

Doc 8984
AN/895



Manuel de médecine aéronautique civile

Approuvé par le Secrétaire général
et publié sous son autorité

Troisième édition — 2012

Organisation de l'aviation civile internationale

Doc 8984
AN/895



Manuel de médecine aéronautique civile

Approuvé par le Secrétaire général
et publié sous son autorité

Troisième édition — 2012

Organisation de l'aviation civile internationale

Publié séparément en français, en anglais, en arabe, en chinois, en espagnol et en russe par l'ORGANISATION DE L'AVIATION CIVILE INTERNATIONALE 999, boul. Robert-Bourassa, Montréal (Québec) H3C 5H7 Canada

Les formalités de commande et la liste complète des distributeurs officiels et des librairies dépositaires sont affichées sur le site web de l'OACI (www.icao.int).

Deuxième édition, 1985

Troisième édition, 2012

Doc 8984, Manuel de médecine aéronautique civile

N° de commande : 8984

ISBN 978-92-9249-813-9

© OACI 2015

Tous droits réservés. Il est interdit de reproduire, de stocker dans un système de recherche de données ou de transmettre sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, un passage quelconque de la présente publication, sans avoir obtenu au préalable l'autorisation écrite de l'Organisation de l'aviation civile internationale.

AVANT-PROPOS

En 1970, la Réunion Licences et formation du personnel/Médecine aéronautique à l'échelon Division (PEL/TRG/MED) avait estimé essentiel pour l'application uniforme des normes et pratiques recommandées de l'Annexe 1, ainsi que dans des domaines en pleine évolution tels que les enquêtes sur les accidents d'aviation et les facteurs humains en aviation, de disposer d'éléments indicatifs appropriés en matière médicale. Elle avait recommandé que des mesures soient prises pour que des spécialistes conseillent le Secrétariat afin de l'aider à établir ces éléments indicatifs.

Selon les vœux de la Commission de navigation aérienne (un organe technique permanent de l'OACI), un petit groupe d'étude composé de spécialistes en médecine avait donc été institué pour aider le Secrétariat à établir les textes nécessaires. La première édition du *Manuel de médecine aéronautique civile* de l'OACI, publiée en 1974, avait été essentiellement le résultat de ces travaux.

Depuis lors, tant la médecine aéronautique que les sciences médicales en général ont manifestement progressé. De l'aide et des conseils ont été apportés par des spécialistes en médecine aéronautique de nombreux États contractants, dont les précieuses contributions ont permis une deuxième édition du manuel en 1985, et maintenant cette troisième édition, pour prendre en compte ces progrès en ce qui s'applique en particulier à la médecine aéronautique. De plus, il existe maintenant dans le monde un grand nombre d'excellents manuels, très complets, et d'études sur la médecine aéronautique et spatiale.

La présente édition vise à compléter les textes existants en insistant sur les problèmes cliniques rencontrés dans la certification médicale en aviation civile. Elle est conçue à l'intention des médecins-examineurs désignés expérimentés, des experts en médecine aéronautique et des évaluateurs médicaux, pour les aider à aborder et régler les cas limites complexes.

L'élaboration et l'application de normes internationales régissant l'évaluation médicale du personnel de l'aviation civile sont déjà difficiles, mais l'hétérogénéité de la médecine aéronautique et les facteurs économiques qui interviennent compliquent encore la rédaction d'un manuel général bien à jour. Alors que certains aspects sont inévitablement omis ou ne peuvent être abordés que rapidement, d'autres aspects plus importants reçoivent une attention particulière, dans le souci de réaliser une certaine uniformité internationale.

Les éléments indicatifs traitant de l'évaluation médicale sont à l'usage des médecins-examineurs et des évaluateurs médicaux auxquels les services de délivrance des licences peuvent faire appel. Par contre, l'analyse de l'application des normes et des pratiques recommandées est rédigée en des termes destinés à aider le service de délivrance des licences dans la mise en œuvre des normes médicales. Lorsque l'on fait une évaluation médicale, il convient d'avoir à l'esprit l'environnement opérationnel dans lequel l'intéressé évoluera. Les candidats qui auront à piloter seuls des vols de transport commercial de passagers sont évidemment ceux pour lesquels l'évaluation médicale devra être la plus minutieuse, pour réduire le risque d'incapacité en vol. Elle pourra être moins rigoureuse pour ceux qui seront appelés à piloter en équipage multiple, et qui auront été préparés à faire face à des cas d'incapacité. Dans beaucoup de ces cas, l'annotation sur la licence d'une condition ou d'une restriction opérationnelle pourra suffire à protéger la sécurité des vols.

En consultant ce manuel, il convient de se rappeler qu'il contient seulement des éléments indicatifs, c'est-à-dire qu'il n'a pas de valeur normative. En cas de doute, il convient de se reporter toujours au texte de l'édition en vigueur de l'Annexe 1, qui contient des informations à jour sur les normes et pratiques recommandées.

Les États contractants délivrent les licences pour l'aviation civile conformément à leur législation aéronautique civile nationale, mais leurs règlements reposent normalement sur les normes et pratiques recommandées de l'Annexe 1 à la Convention de Chicago (1944), qui spécifient seulement des normes minimales. Un État contractant peut donc adopter,

pour des raisons qui lui sont propres, des règlements qui complètent ceux de l'Annexe 1. De plus, les conditions publiées en vertu de la réglementation nationale d'un État constituent les dispositions légales dans cet État, indépendamment de ce qui figure dans l'Annexe 1.

Avant d'ajouter des conditions nationales à celles de l'OACI, un État devrait cependant considérer soigneusement si de telles exigences supplémentaires sont susceptibles d'améliorer dans une mesure appréciable la sécurité des vols. Les normes et pratiques recommandées de l'OACI, rédigées comme moyen de protéger la sécurité des vols, ont fait l'objet d'un consensus des États contractants, dans la plupart des cas à l'issue d'un débat approfondi faisant intervenir les avis et recommandations d'éminents experts médicaux désignés par plusieurs États contractants. Des mesures supplémentaires de dépistage, en plus d'avoir des incidences financières négatives pour l'État ou l'industrie de l'aviation, n'amélioreraient peut-être pas la sécurité des vols. L'imposition par un État de conditions médicales rigoureuses pourrait entraîner des restrictions non nécessaires ou le départ en retraite prématuré de titulaires de licence. Elle pourrait aussi avoir pour conséquence que des titulaires de licence soient réticents à signaler une maladie au médecin-examineur ou au service de délivrance des licences, ce qui est important dans la perspective de la sécurité des vols, la valeur de l'examen médical dépendant dans une grande mesure d'informations exactes sur les antécédents médicaux. Si des États imposent des exigences dépassant celles qui figurent dans les normes et pratiques recommandées de l'OACI, l'objectif d'harmonisation entre tous les États contractants n'est pas réalisé et le transfert de personnel qualifié d'un État à un autre est entravé. Cela encourage un « tourisme médical », où un titulaire de licence à qui une licence est refusée pour raisons médicales dans un État à cause de conditions médicales rigoureuses cherchera à en obtenir une dans un autre État, moins exigeant.

L'objet principal du présent manuel est d'aider et de guider les médecins-examineurs, évaluateurs médicaux et services de délivrance des licences dans les décisions relatives à l'aptitude physique et mentale des candidats à une licence, conformément aux spécifications de l'Annexe I. Il n'est cependant pas exclu qu'il soit aussi d'une certaine utilité en complément d'une formation post-universitaire théorique et pratique à la médecine aéronautique, dispensée sous une supervision appropriée. C'est pourquoi les chapitres de ce manuel sont présentés de manière à ce qu'il puisse servir aussi de livre de référence. Le Chapitre 1 de la Partie V contient des éléments d'orientation détaillés sur la formation en médecine aéronautique pour médecins-examineurs.

Il s'est révélé nécessaire de limiter la teneur de cette troisième édition du *Manuel de médecine aéronautique civile*. Les éléments qui y figurent visent principalement à donner des orientations dans les domaines où des États contractants ont rencontré des difficultés.

Les États sont invités à participer à l'amélioration de ce manuel en adressant leurs observations à l'Organisation et en suggérant l'addition de tous renseignements qui pourraient y figurer utilement. Les observations sont à adresser au :

Secrétaire général
Organisation de l'aviation civile internationale
999, boul. Robert-Bourassa
Montréal (Québec) H3C 5H7
Canada

REMERCIEMENTS

L'OACI est très reconnaissante pour les contributions apportées par les personnes suivantes :

S. Anthony Cullen (pathologie)	Mads Klokke (oto-rhino-laryngologie)
Carsten Edmund (ophtalmologie)	Marvin Lange (psychiatrie)
Sally Evans (oncologie)	Anker Lauridsen (gastro-entérologie)
(feu) Randall M. Falk (urologie)	Jacques Nolin (orthopédie)
Robert Forgie (ophtalmologie)	Jeb S. Pickard (pneumologie et pharmacologie)
Paul L. F. Giangrande (hématologie)	David Powell (fatigue, formation en médecine aéronautique)
John Hastings (neurologie)	(feu) Erik Schroeder (gynécologie et obstétrique)
Andrew Hopkirk (fatigue)	Ries Simons (virus d'immunodéficience humaine)
Ian Hosegood (psychiatrie)	Jarnail Singh (maladies transmissibles, fatigue)
Ewan Hutchison (virus d'immunodéficience humaine)	Claude Thibeault (fatigue)
Raymond V. Johnston (endocrinologie)	Lis Andersen Torpet (odontologie médico-légale)
Michael Joy (cardiologie)	Claus Curdt-Christiansen (conseiller de rédaction)

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Avant-propos	<i>V</i>
Remerciements	<i>VII</i>
PARTIE I. DÉLIVRANCE DES LICENCES	
Chapitre 1. Règles relatives à la délivrance des licences	I-1-1
Chapitre 2. Conditions médicales	I-2-1
Chapitre 3. Incapacité en vol d'un membre d'équipage de conduite	I-3-1
PARTIE II. PHYSIOLOGIE AÉRONAUTIQUE	
Chapitre 1. Facteurs physiologiques touchant la sécurité des vols	II-1-1
PARTIE III. ÉVALUATION MÉDICALE	
Chapitre 1. L'appareil cardiovasculaire	III-1-1
Chapitre 2. L'appareil respiratoire	III-2-1
Chapitre 3. L'appareil digestif	III-3-1
Chapitre 4. Maladies endocriniennes, de la nutrition et du métabolisme	III-4-1
Chapitre 5. Hématologie	III-5-1
Chapitre 6. L'appareil urinaire	III-6-1
Chapitre 7. Gynécologie et obstétrique	III-7-1
Chapitre 8. L'appareil musculo-squelettique	III-8-1
Chapitre 9. Santé mentale	III-9-1
Chapitre 10. Troubles neurologiques	III-10-1
Chapitre 11. Ophtalmologie	III-11-1
Chapitre 12. Oto-rhino-laryngologie	III-12-1
Chapitre 13. Virus de l'immunodéficience humaine (VIH)	III-13-1
Chapitre 14. Risques liés à l'usage de médicaments et de drogues	III-14-1
Chapitre 15. Affections malignes	III-15-1
Chapitre 16. Considérations supplémentaires relatives aux contrôleurs de la circulation aérienne	III-16-1
Chapitre 17. Fatigue et opérations aériennes	III-17-1
PARTIE IV. PATHOLOGIE AÉRONAUTIQUE	
Chapitre 1. Facteurs médicaux dans les enquêtes sur les accidents d'aviation	IV-1-1
Chapitre 2. Identification odontostomatologique	IV-2-1

PARTIE V. FORMATION EN MÉDECINE AÉRONAUTIQUE

Chapitre 1. Formation en médecine aéronautique pour médecins-examineurs	V-1-1
Chapitre 2. Faits médicaux à l'attention des pilotes.....	V-2-1

PARTIE VI. URGENCES DE SANTÉ PUBLIQUE ET AVIATION

Chapitre 1. Maladies transmissibles et transport aérien international.....	VI-1-1
--	--------

PARTIE I
DÉLIVRANCE DES LICENCES

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 1. RÈGLES RELATIVES À LA DÉLIVRANCE DES LICENCES	I-1-1
1.1 Introduction	I-1-1
La Convention de Chicago	I-1-1
1.2 Délivrance des licences du personnel — Annexe 1	I-1-2
Généralités	I-1-2
Principes relatifs à la délivrance des licences	I-1-3
Les différents types de licences	I-1-3
Certification médicale	I-1-5
La délivrance d'une licence	I-1-6
Validité des licences	I-1-6
Dispositions médicales en matière de délivrance des licences	I-1-7
Le médecin-examineur désigné	I-1-7
L'évaluateur médical	I-1-7
Antécédents médicaux du candidat	I-1-8
L'examen médical	I-1-8
Confidentialité des renseignements médicaux	I-1-9
Gestion de la sécurité	I-1-9
Latitude d'application	I-1-10
Preuve d'aptitude physique et mentale	I-1-10
Périodes de validité des attestations médicales	I-1-11
Diminution de l'aptitude physique ou mentale	I-1-12
Usage de substances psychoactives	I-1-13
1.3 Autres dispositions médicales des Annexes	I-1-14
Usage de substances psychoactives	I-1-14
Exploitation aérienne et fatigue	I-1-15
Fournitures médicales	I-1-15
Emploi de l'oxygène en vol	I-1-15
1.4 Définitions	I-1-16
 Appendice. <i>Safety management as a foundation for evidence-based aeromedical standards and reporting of medical events</i> (La gestion de la sécurité comme fondement pour des normes aéromédicales factuelles et des comptes rendus d'événements médicaux)	 I-1-19

Chapitre 1

RÈGLES RELATIVES À LA DÉLIVRANCE DES LICENCES

1.1 INTRODUCTION

Note.— Les extraits des normes et pratiques recommandées cités dans le présent manuel et les renvois à ces dernières sont valables à la date de publication. Les Annexes de l'OACI étant fréquemment amendées, le manuel n'est pas toujours actualisé en temps utile pour suivre l'évolution de l'Annexe 1. De même, les différentes versions linguistiques du manuel peuvent ne pas concorder entre elles étant donné qu'elles ne font pas nécessairement l'objet d'une publication simultanée. Il est donc fortement recommandé que le lecteur¹ se procure son propre exemplaire de l'Annexe 1 et le tienne à jour.

La Convention de Chicago

1.1.1 La Convention relative à l'aviation civile internationale, signée à Chicago le 7 décembre 1944, comprend plusieurs articles qui prévoient l'adoption d'une réglementation internationale dans tous les domaines où l'uniformité facilite et améliore la navigation aérienne.

1.1.2 Cette réglementation, dite normes et pratiques recommandées internationales (SARP), a été promulguée dans des Annexes à la Convention, qui sont amendées selon les nécessités. Chaque Annexe traite d'un aspect particulier de l'aviation civile internationale. Les aspects relatifs aux règlements applicables en matière médicale pour les candidats à une licence sont abordés principalement dans l'Annexe 1 — *Licences du personnel* et, dans une certaine mesure, dans l'Annexe 2 — *Règles de l'air* et l'Annexe 6 — *Exploitation technique des aéronefs*. Les questions qui concernent le plan de préparation de l'aviation aux maladies transmissibles présentant un risque grave pour la santé publique sont abordées dans l'Annexe 6, l'Annexe 9 — *Facilitation*, l'Annexe 11 — *Services de la circulation aérienne* et l'Annexe 14 — *Aérodromes*. Cette problématique est abordée au Chapitre 1 de la Partie VI du présent manuel.

1.1.3 Les normes et pratiques recommandées sont définies comme suit :

Norme. Toute spécification portant sur les caractéristiques physiques, la configuration, le matériel, les performances, le personnel et les procédures, dont l'application uniforme est reconnue nécessaire à la sécurité ou à la régularité de la navigation aérienne internationale et à laquelle les États contractants se conformeront en application des dispositions de la Convention. Dans le cas où un État est dans l'impossibilité de s'y conformer à tous égards mais permet une pratique moins rigoureuse, une notification immédiate à l'OACI est obligatoire aux termes de l'Article 38 de la Convention.

Dans le cas où une réglementation plus rigoureuse est adoptée, une notification à l'OACI n'est obligatoire que lorsque cette réglementation est appliquée aussi aux titulaires de licence et aux aéronefs étrangers. Le Conseil de l'OACI, dans une résolution du 5 février 1999, a cependant clairement établi que, en principe, l'imposition par un État aux transporteurs étrangers d'exigences « allant au-delà » des SARP pourrait gravement compromettre le cadre multilatéral du régime de Chicago dans lequel l'aviation civile internationale s'est développée et continue de se développer. Dans cette résolution, le Conseil appelait aussi chaque État contractant à utiliser le mécanisme multilatéral de l'OACI s'il estime nécessaire ou souhaitable de modifier le contenu ou le niveau de mise en œuvre des normes et pratiques recommandées figurant dans les Annexes à la Convention de Chicago.

¹ Dans tout le texte du présent manuel, l'emploi du masculin s'entend comme incluant indifféremment hommes et femmes.

Pratique recommandée. Toute spécification portant sur les caractéristiques physiques, la configuration, le matériel, les performances, le personnel ou les procédures, dont l'application uniforme est reconnue souhaitable dans l'intérêt de la sécurité, de la régularité ou de l'efficacité de la navigation aérienne internationale et à laquelle les États contractants s'efforceront de se conformer en application des dispositions de la Convention.

1.1.4 Bien qu'elles ne concernent que la navigation aérienne *internationale*, les normes et pratiques recommandées ont grandement influé sur les règlements nationaux relatifs à l'aviation civile dans la plupart des États contractants.

1.1.5 L'OACI publie également des éléments indicatifs ayant pour but d'aider les États à appliquer les normes et pratiques recommandées, mais qui n'ont pas eux-mêmes de valeur normative. Le *Manuel de médecine aéronautique civile* (Doc 8984) de l'OACI, qui présente des indications sur la manière d'appliquer les dispositions de l'Annexe 1, s'inscrit dans cette catégorie.

1.2 DÉLIVRANCE DES LICENCES DU PERSONNEL — ANNEXE 1

Généralités

1.2.1 L'aviation civile comprend différents types d'activités que l'on peut grouper, par commodité, en trois grandes catégories.

1.2.1.1 *Transport aérien commercial (compagnies aériennes).* Cette catégorie comprend tous les vols assurés au moyen de grands avions complexes, dont l'équipage de conduite comptait initialement plusieurs membres. Ces dernières années, les impératifs de rentabilité ont donné lieu à des changements techniques radicaux, touchant directement le personnel de conduite :

- Alors que, au début des années 1960, l'équipage de conduite présent dans le poste de pilotage d'un avion de ligne se composait habituellement de cinq membres (deux pilotes, un mécanicien navigant, un navigateur et un opérateur radio), il n'en compte plus aujourd'hui que deux, parfois trois, selon le type d'appareil.
- Les tâches de l'équipage de conduite évoluent. À bord des avions modernes, les systèmes sont commandés par des calculateurs ; au lieu de manipuler des commandes, le pilote doit de plus en plus s'occuper de gérer des systèmes et de prendre des décisions.

1.2.1.2 *Travail aérien et petit transport.* Cette catégorie comprend toutes les activités de vol professionnelles, à l'exception des vols de ligne. Il s'agit notamment d'instruction en vol, d'épandage agricole, de relevés cartographiques, de services aériens de navette, de taxis aériens et de vols d'affaires. Les changements survenus ne sont pas aussi importants que dans la première catégorie. Il est à noter qu'une proportion importante de ces vols est maintenant assurée par des hélicoptères.

1.2.1.3 *Transport aérien privé et vols de plaisance.* La majorité des pilotes, dans le monde, appartiennent à cette catégorie. Il s'agit de vols sans rémunération, en général à bord de petits aéronefs. Dans cette catégorie, les pilotes de planeurs constituent un important sous-groupe. Au cours des deux dernières décennies, l'essor rapide des ultralégers a ajouté une nouvelle dimension à cette catégorie. (Actuellement, l'Annexe 1 ne contient pas de dispositions sur la délivrance de licences pour aéronefs ultralégers.)

1.2.2 Ces diverses activités donnent lieu à des situations très différentes. Il existe un écart considérable entre le pilote de brousse qui pilote en solo un aéronef robuste dans une région reculée et le commandant de bord d'un avion

complexe, qui suit une des grandes routes aériennes en se servant de nombreuses aides au sol. Cet écart, qui touche aussi le personnel au sol, a eu tendance à s'amplifier, l'évolution technique se manifestant davantage dans les vols de ligne que dans les autres catégories, mais il diminue maintenant quelque peu, des moyens électroniques avancés et perfectionnés et des équipements informatisés devenant désormais disponibles même pour le pilote privé. Le médecin examinateur, lorsqu'il fait une évaluation, doit être conscient de la diversité des contextes et des situations.

Principes relatifs à la délivrance des licences

1.2.3 Dès les débuts de l'aviation, les États ont reconnu la nécessité de vérifier la compétence des personnes dont les activités, si elles n'étaient pas accomplies convenablement, risquaient de compromettre la sécurité de l'aviation. C'est par la délivrance d'une licence que cette compétence est généralement reconnue. La validité de cette méthode s'est confirmée au fil des ans, et l'ensemble de l'Annexe 1 peut être considéré comme une évolution de cette idée de base.

1.2.4 Cependant, l'aviation civile est aujourd'hui fort différente de ce qu'elle était lorsque les premières licences ont été délivrées, et les dispositions de l'Annexe 1 ont été établies, puis régulièrement actualisées, pour gérer sa complexité grandissante. Le système de délivrance des licences du personnel que prévoit actuellement l'Annexe 1 repose sur les principes suivants :

- La licence est l'autorisation qui permet à son titulaire d'accomplir des activités particulières, qui sans cela lui seraient interdites.
- Une licence est délivrée par un État lorsque le candidat a fait preuve d'un niveau de compétence acceptable. Le droit de délivrer une licence est réservé aux États, qui l'exercent soit directement, soit par l'intermédiaire d'un organe auquel ils délèguent ce pouvoir. Le terme « licence OACI », lorsqu'il est utilisé, indique que la licence est délivrée par un État contractant conformément aux dispositions de l'Annexe 1. L'OACI elle-même ne délivre pas de licences.
- Il existe différents types de licences, dont chacune accorde à son titulaire des privilèges particuliers. Des qualifications peuvent venir s'y ajouter pour étendre les privilèges de base.

1.2.5 L'Annexe 1 comporte des dispositions pour d'autres licences que celles qui sont énumérées ci-dessous. (licences de maintenance d'aéronefs, d'opérateur radio de station aéronautique et d'agent technique d'exploitation). En raison de la nature des fonctions, ces licences ne comportent cependant pas d'exigences d'aptitude physique et mentale.

Les différents types de licences

1.2.6 Certains types de licences sont décrits ci-dessous. On trouvera les descriptions détaillées au Chapitre 2 de l'Annexe 1.

Licences de pilote

- a) *Élève-pilote*. Bien qu'il ne s'agisse pas à proprement parler d'une licence, de nombreux États contractants délivrent une autorisation permettant à un élève-pilote de voler en solo avant qu'une licence lui soit délivrée, pour autant qu'il réponde aux conditions d'aptitude physique et mentale. Dans certains États, l'attestation médicale elle-même, lorsqu'elle est délivrée sous la forme d'un certificat, sert de licence à l'élève-pilote). De toutes les licences de pilote, c'est celle d'élève-pilote qui impose les exigences d'aptitude physique et mentale les moins strictes (Classe 2). Le médecin-examinateur devrait cependant être prêt à déconseiller à un candidat de consacrer inutilement du temps et de l'argent à la poursuite de ses ambitions de pilotage s'il est établi qu'un état de santé physique ou mentale pourrait empêcher l'acquisition d'une licence de pilote de niveau supérieur.

- b) *Licence de pilote privé — avion (PPL-avion)*. Licence la plus répandue, qui permet au titulaire de piloter un avion à titre non professionnel. Les pilotes privés pilotent en général de petits avions, en conditions météorologiques de vol à vue (VMC). Il n'est cependant pas inhabituel qu'une qualification de vol aux instruments soit ajoutée à une licence de pilote privé.
- c) *Licence de pilote privé — hélicoptère (PPL-hélicoptère)*. Équivalent pour les hélicoptères de la licence de pilote privé — avion.
- d) *Licence de pilote de planeur*. Cette licence permet au titulaire d'agir comme pilote commandant de bord de tout planeur.
- e) *Licence de pilote de ballon libre*. Cette licence permet au titulaire d'agir comme pilote commandant de bord de tout ballon libre.
- f) *Licence de pilote professionnel — avion (CPL-avion)*. Cette licence de pilote de profession du premier degré permet au titulaire de remplir des fonctions de pilote commandant de bord d'un avion certifié pour être exploité par un seul pilote ou de copilote de tout aéronef.
- g) *Licence de pilote professionnel — hélicoptère (CPL-hélicoptère)*. Équivalent pour les hélicoptères de la licence de pilote professionnel — avion.
- h) *Licence de pilote de ligne — avion (ATPL-avion)*. Licence du niveau le plus élevé, autorisant le titulaire à remplir les fonctions de pilote commandant de bord ou de copilote de tout avion. Les privilèges de la qualification de vol aux instruments sont inclus dans cette licence.
- i) *Licence de pilote de ligne — hélicoptère (ATPL-hélicoptère)*. Équivalent pour les hélicoptères de la licence de pilote de ligne — avion, sauf qu'elle ne comprend pas la qualification de vol aux instruments.
- j) *Licence de pilote en équipage multiple — avion (MPL-avion)*. Équivaut à une licence de pilote de ligne, mais avec une limitation aux vols en équipage multiple. Les licences MCL, CPL et ATPL sont souvent dites « licences de pilote de profession ».

Qualifications pour les licences de pilote

- a) *Qualifications de type et de classe*. Chaque licence de pilote doit comporter une qualification spécifiant quel type d'aéronefs le titulaire est autorisé à piloter. Pour les gros avions (généralement ceux dont la masse maximale au décollage est supérieure à 5 700 kg) il faut une qualification spécifique, dite qualification de type. Les avions plus petits sont groupés en classes (monomoteurs et multimoteurs) et le titulaire d'une licence comportant une qualification de classe est autorisé à piloter tous les aéronefs de cette classe.
- b) *Qualification de vol aux instruments*. Cette qualification peut être annotée sur les licences de pilote privé, de pilote professionnel et de pilote de ligne — hélicoptères. Elle permet au titulaire de voler dans des conditions qui ne correspondent pas aux conditions météorologiques de vol à vue.
- c) *Qualification d'instructeur*. Permet au titulaire de faire fonction d'instructeur de vol.

Licences des membres d'équipage de conduite autres que les pilotes

- a) *Mécanicien navigant*. Permet au titulaire de remplir les fonctions de mécanicien navigant lorsque les règlements relatifs à la certification ou à l'exploitation des aéronefs en exigent la présence.

- b) *Navigateur.*
- c) *Opérateur radio navigant.*

Ces licences, spécialement les deux dernières, tombent en désuétude et sont rarement délivrées.

Licences du personnel autre que les membres d'équipage de conduite

Licence de contrôleur de la circulation aérienne. En elle-même, cette licence ne confère aucun privilège. Les privilèges sont accordés au moyen de qualifications qui sont annotées sur la licence et qui caractérisent en fait les fonctions du contrôleur.

Les qualifications de base pour cette licence sont les suivantes :

- a) *Qualification de contrôle d'aérodrome.* Permet au titulaire d'assurer ou de surveiller le service de contrôle d'aérodrome pour l'aérodrome auquel elle s'applique. Le contrôle d'aérodrome est chargé de la circulation au sol et en vol à proximité de la piste.
- b) *Qualification de contrôle d'approche.* Permet au titulaire d'assurer ou de surveiller le contrôle d'approche pour l'aérodrome ou les aérodromes auxquels elle s'applique. Le contrôle d'aérodrome est chargé de la circulation en vol au départ ainsi qu'à l'arrivée, pendant la descente.
- c) *Qualification de contrôle régional.* Permet au titulaire d'assurer ou de surveiller le contrôle régional, pour la région de contrôle à laquelle elle s'applique. Le contrôle régional est chargé de la circulation pendant la dernière phase de la montée, en croisière et au début de la descente.

Pour pouvoir remplir ses fonctions à l'aide d'un radar, le contrôleur de la circulation aérienne doit également être titulaire d'une qualification radar, s'ajoutant à la qualification de base.

Certification médicale

1.2.7 Le processus d'établissement et de délivrance d'un document témoignant que le titulaire d'une licence satisfait aux conditions déterminées d'aptitude physique et mentale est appelé « certification médicale ». Aucune des licences d'aviation énumérées ci-dessus ne peut être utilisée pour exercer des fonctions en aviation sans qu'il soit prouvé que le titulaire de la licence satisfait aux conditions d'aptitude physique et mentale. De nombreux États contractants délivrent des certificats médicaux valables seulement pour une période limitée et destinés à accompagner la licence. La licence elle-même a généralement une période de validité plus longue, parfois à vie, ou expirant lorsque le titulaire atteint la limite d'âge spécifiée pour le type de licence qu'il détient. D'autres États portent en annotation sur la licence la date de l'examen médical, avec le mot « *passed* », renouvelant ainsi la validité de la licence pour une période limitée, jusqu'au prochain examen médical prévu. Et certains États ne délivrent les licences d'aviation qu'à des candidats ayant passé avec succès l'examen médical, avec une période de validité correspondant à celle de l'attestation médicale. La preuve que le titulaire satisfait aux conditions médicales est alors la licence elle-même. Lorsqu'une telle licence expire, une nouvelle licence est délivrée, pourvu que le titulaire satisfasse encore aux conditions médicales.

1.2.8 L'OACI a résolu le problème manifeste de terminologie créé par les différentes méthodes administratives en usage au niveau des services de délivrance des licences dans les États contractants, en choisissant le terme « attestation médicale », qui est défini comme le « Document établi par un État contractant et témoignant que le titulaire d'une licence satisfait à des conditions déterminées d'aptitude physique et mentale ». Pour éviter confusion et erreurs, le terme « licence » est employé seulement à propos du document qui garantit la compétence professionnelle du titulaire, tandis que le terme « attestation médicale » est employé à propos du certificat médical (dans les cas où un tel document est délivré), de l'annotation d'une licence selon laquelle le titulaire remplit les conditions médicales, ou de la licence d'aviation

lorsque la possession d'une licence en cours de validité implique l'aptitude physique et mentale (voir aussi la Note 2 relative au § 1.2.4 de l'Annexe 1, cité au § 1.2.23 ci-dessous).

La délivrance d'une licence

1.2.9 Le candidat à une licence doit suivre un processus en plusieurs étapes, qui peut être divisé en trois grandes parties : conditions préalables, formation et preuve de compétence.

Conditions préalables

- 1.2.9.1
- a) *Âge*. Un âge minimum est spécifié pour chaque licence.
 - b) *Expérience*. Un niveau minimal d'expérience, qui dépend de la licence, est exigé de tous les candidats à une licence. L'expérience se mesure en heures de vol pour les membres d'équipage de conduite, et en années de service pour le personnel au sol. Pour les pilotes, les conditions d'expérience vont de 40 heures de vol pour la licence de pilote privé (PPL) à 1 500 heures de vol pour la licence de pilote de ligne (ATPL).
 - c) *Aptitude physique et mentale*. La plupart des licences comportent des conditions d'aptitude physique et mentale. Le présent manuel contient des éléments indicatifs à ce propos.

Formation

1.2.9.2 La formation est, de toute évidence, un des éléments essentiels du système de délivrance des licences. Pour plusieurs licences, il est loisible au candidat de suivre un cours d'instruction homologuée au lieu d'un cours normal, auquel cas les conditions d'expérience peuvent être réduites. Il est probable que dans l'avenir une importance plus grande encore sera accordée à la formation. L'introduction de la licence de pilote en équipage multiple a donné lieu à une nouvelle méthode de formation de personnes ayant l'intention de piloter seulement en équipage multiple.

Preuve de compétence

1.2.9.3 À chaque licence correspondent des conditions spécifiques d'habileté et de connaissances, et chaque candidat doit faire la preuve qu'il y satisfait. En général, les États contractants vérifient les compétences des candidats au moyen d'examens écrits et d'épreuves pratiques. Certaines autres méthodes, telles que l'acceptation d'une licence militaire, sont également utilisées en parallèle.

Validité des licences

1.2.10 Comme indiqué ci-dessus, il existe essentiellement deux types différents de licences, selon l'État émetteur : licences de durée limitée et licences permanentes. Dans le premier cas (durée limitée), la validité de la licence est limitée à une période définie. À chaque renouvellement, le titulaire doit faire la preuve de sa compétence et de son aptitude physique et mentale. La compétence est généralement jugée sur la base de l'expérience de vol récente, et parfois d'un examen. Dans le second cas (licence permanente), la validité de la licence n'est pas limitée à une période définie. Le titulaire est autorisé à exercer les privilèges de sa licence aussi longtemps qu'il détient une attestation médicale en vigueur et respecte les règlements précisant les conditions nécessaires pour assurer le maintien de la compétence.

Dispositions médicales en matière de délivrance des licences

1.2.11 Les conditions médicales sont traitées en détail au Chapitre 6 de l'Annexe 1. D'autres chapitres de cette Annexe, principalement le Chapitre 1, dont des extraits sont reproduits ci-dessous avec des observations explicatives, contiennent certaines dispositions administratives générales qui sont importantes pour organiser et faire passer les examens médicaux et pour la certification médicale.

Le médecin-examineur désigné

1.2.4.5 Les États contractants désigneront des médecins-examineurs qualifiés, admis à l'exercice légal de la médecine, pour procéder aux examens médicaux d'aptitude des candidats en vue de la délivrance ou du renouvellement des licences ou des qualifications spécifiées aux Chapitres 2 et 3, ainsi que des licences appropriées spécifiées au Chapitre 4.

1.2.4.5.1 Les médecins-examineurs auront reçu une formation en médecine aéronautique et recevront une formation de recyclage à intervalles réguliers. Avant d'être nommés, ils démontreront qu'ils possèdent une compétence suffisante en médecine aéronautique.

1.2.4.5.2 Les médecins-examineurs auront une connaissance et une expérience pratiques des conditions dans lesquelles les titulaires de licences et de qualifications exercent leurs fonctions.

Note.— Une expérience en vol ou en simulateur, l'observation sur place ou toute autre expérience pratique que le service de délivrance des licences juge conforme à cette disposition sont des exemples de connaissance et d'expérience pratiques.

1.2.4.5.3 **Recommandation.**— *Il est recommandé que la compétence des médecins-examineurs soit évaluée périodiquement par l'évaluateur médical.*

1.2.12 Comme indiqué au § 1.2.4.5.2, les médecins-examineurs désignés doivent bien connaître l'environnement d'exploitation des divers titulaires de licence — dont ils « auront une connaissance et une expérience pratiques ». Cette connaissance et cette expérience pratiques devraient, dans la mesure du possible, comprendre une expérience acquise dans le poste de pilotage d'un aéronef assurant un service commercial, ainsi que l'expérience des conditions opérationnelles dans lesquelles les contrôleurs de la circulation aérienne accomplissent leurs tâches. Cela permet en effet au médecin-examineur de mieux comprendre les sollicitations physiologiques et psychologiques que la tâche et les fonctions du titulaire de la licence lui imposent. L'expérience totale acquise dans un poste de pilotage ne devrait pas être inférieure à dix heures de vol par an. L'application de cette recommandation à tous les médecins-examineurs désignés peut soulever certaines difficultés pratiques, mais il est souhaitable que, dans la mesure du possible, les évaluateurs médicaux (médecins qui évaluent les rapports médicaux soumis au service de délivrance des licences) aient la possibilité d'acquérir une telle expérience.

L'évaluateur médical

1.2.13 La section *Définitions* de l'Annexe 1 contient la définition suivante :

Évaluateur médical. Médecin nommé par le service de délivrance des licences, qualifié et possédant une expérience pratique en médecine aéronautique et compétent dans l'évaluation des conditions médicales qui concernent la sécurité des vols.

Note 1.— Les évaluateurs médicaux évaluent les rapports médicaux soumis au service de délivrance des licences par les médecins-examineurs.

Note 2.— Il est attendu des évaluateurs médicaux qu'ils tiennent à jour leurs connaissances professionnelles.

Au Chapitre 1 de l'Annexe 1 sont décrits aussi le rôle de l'évaluateur médical et l'évaluation des rapports médicaux.

1.2.4.8 Les États contractants feront appel aux services d'évaluateurs médicaux pour évaluer des rapports soumis aux services de délivrance des licences par les médecins-examineurs.

1.2.4.8.1 Le médecin-examineur sera tenu de fournir au service de délivrance des licences des renseignements suffisants pour lui permettre d'effectuer des audits des attestations médicales.

Note.— Le but de ces audits est de s'assurer que les médecins-examineurs respectent les normes pertinentes de bonne pratique médicale et d'évaluation du risque aéromédical. Le Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984) contient des éléments indicatifs sur l'évaluation du risque aéromédical.

1.2.14 Les évaluateurs médicaux, en raison de leurs fonctions d'employés ou de consultants pour le service de délivrance des licences et en qualité de superviseurs pour les médecins-examineurs désignés, auront normalement reçu une formation avancée dans la spécialisation de médecine aéronautique et auront une vaste expérience des aspects réglementaires et cliniques de la médecine aéronautique civile. En plus d'évaluer les rapports médicaux soumis au service de délivrance des licences et d'établir les attestations finales dans des cas limites, l'évaluateur médical sera normalement chargé des Conclusions d'un médecin agréé (voir § 1.2.4.9 de l'Annexe 1, cité ci-dessous). Une importante obligation de l'évaluateur médical est de protéger la confidentialité des renseignements médicaux, quoique des renseignements médicaux pertinents puissent être présentés par l'évaluateur médical à d'autres responsables du service de délivrance des licences lorsque des préoccupations opérationnelles le justifient ou lorsqu'une Conclusion d'un médecin agréé est demandée. L'audit des rapports médicaux établis par les médecins-examineurs désignés et la formation continue des médecins-examineurs relèveront aussi, habituellement, de l'évaluateur médical.

Antécédents médicaux du candidat

1.2.4.6 Tout candidat à une licence ou à une qualification pour laquelle des conditions d'aptitude physique et mentale sont prescrites signera et remettra au médecin-examineur une déclaration indiquant s'il a déjà subi un examen analogue et, dans l'affirmative, la date, le lieu et le résultat du dernier examen. Il indiquera au médecin-examineur si une attestation médicale lui a déjà été refusée ou si son attestation a déjà été révoquée ou suspendue et, dans l'affirmative, le motif du refus, de la révocation ou de la suspension.

1.2.4.6.1 Toute fausse déclaration faite à un médecin-examineur par un candidat à une licence ou à une qualification sera signalée aux services de délivrance des licences de l'État d'émission afin que ces services puissent prendre les mesures qu'ils jugent nécessaires.

1.2.15 Il est souhaitable que cette déclaration soit intégrée dans la fiche d'examen médical ou soit exigée par la réglementation nationale, pour rappeler au candidat les conséquences de toute fausse déclaration. Le médecin-examineur devrait être conscient que des tentatives de fraude peuvent poser des problèmes sérieux de certification médicale en aviation, et le candidat devrait connaître les conséquences potentiellement graves de toute fausse déclaration.

L'examen médical

1.2.4.7 Après avoir terminé l'examen médical du candidat compte tenu des dispositions du Chapitre 6, le médecin-examineur coordonnera les résultats de l'examen et adressera au service de délivrance des licences, conformément à ses spécifications, un rapport signé, ou un document équivalent, donnant les résultats détaillés de l'examen et les évaluant du point de vue de l'aptitude physique et mentale.

Note.— Le rapport médical peut être soumis au service de délivrance des licences sous forme électronique, pourvu que l'identification de l'examineur soit établie de manière adéquate.

1.2.4.7.2 Si l'examen médical est effectué par deux médecins-examineurs ou plus, les États contractants en désigneront un pour coordonner les résultats de l'examen, les évaluer du point de vue de l'aptitude physique et mentale et signer le rapport.

Confidentialité des renseignements médicaux

1.2.4.10 La confidentialité des renseignements médicaux sera respectée en permanence.

1.2.4.10.1 Tous les rapports et dossiers médicaux seront conservés en lieu sûr et accessibles seulement au personnel autorisé.

1.2.4.10.2 Lorsque des considérations opérationnelles le justifient, l'évaluateur médical déterminera dans quelle mesure les renseignements médicaux pertinents seront présentés à des responsables compétents du service de délivrance des licences.

1.2.16 Il est important que la confidentialité des renseignements médicaux soit respectée en permanence. Ces renseignements étant de nature sensible, une personne qui a subi un examen médical pour la délivrance ou le renouvellement de sa licence est en droit d'attendre qu'ils soient tenus confidentiels et ne soient divulgués qu'à des autorités médicales. Dans de nombreux États, une section médicale distincte est établie, soit au sein du service de délivrance des licences lui-même, soit en lui étant rattachée. La confidentialité des renseignements médicaux est le mieux assurée lorsque cette section médicale, où sont reçus et évalués les rapports des médecins-évaluateurs, est dirigée par un médecin et possède son propre personnel, ses propres voies de communication, son propre système d'archivage, etc. Si la section médicale est une sous-section d'une autre section, non médicale, et partage donc avec celle-ci des locaux, du personnel de bureau et des dossiers, la confidentialité des renseignements médicaux devient problématique.

Gestion de la sécurité

1.2.4.2 **Recommandation.**— *Il est recommandé que, dans le cadre de leur programme national de sécurité, les États appliquent, à partir du 18 novembre 2010, les principes de base de gestion de la sécurité à l'évaluation de l'aptitude physique et mentale des titulaires de licence, principes qui prévoient, au minimum :*

- a) *l'analyse régulière des renseignements sur les cas d'incapacité en vol et les constatations issues des évaluations médicales, en vue de déterminer les domaines de risque médical accru ;*
- b) *l'examen continu du processus d'évaluation médicale, en vue de centrer l'attention sur les domaines établis de risque médical accru.*

Note.— *Un cadre pour la mise en œuvre et la tenue à jour d'un programme national de sécurité figure au Supplément A de l'Annexe 19. Le Manuel de gestion de la sécurité (MGS) (Doc 9859) et le Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984) contiennent des éléments indicatifs sur les programmes nationaux de sécurité et les principes de gestion de la sécurité.*

1.2.17 Depuis plusieurs années, les SARP de l'OACI figurant dans l'Annexe 11 et l'Annexe 14 exigent la mise en œuvre de systèmes de gestion de la sécurité (SGS) par les organismes responsables des services de la circulation aérienne et des opérations d'aérodrome ; plus récemment, cette exigence a été étendue aux exploitants d'aéronefs (Annexe 6). Tandis que l'intégration d'un SGS concerne les organismes qui offrent des services, un programme national de sécurité (PNS) est le processus équivalent pour la gestion de la sécurité par l'État. Les cadres PNS et SGS sont complémentaires, tout en étant distincts.

1.2.18 On trouvera des précisions concernant les PNS et SGS sur le site web de l'OACI², mais, la gestion de la sécurité en matière aéromédicale relevant avant tout de la responsabilité des services de délivrance des licences, il est considéré que c'est un PNS, plutôt qu'un SGS, qui est applicable dans ce domaine, la responsabilité en étant assumée par le médecin chef du service de délivrance des licences.

1.2.19 La mise en œuvre d'un PNS sera en rapport avec la taille et la complexité du système d'aviation de l'État, mais elle devra nécessairement prendre en compte ce qui suit :

2 <http://www2.icao.int/en/ism/default.aspx>

- 1) politique et objectifs de l'État en matière de sécurité
- 2) gestion par l'État des risques de sécurité
- 3) assurance de la sécurité par l'État
- 4) promotion de la sécurité par l'État

1.2.20 Chacune de ces questions est importante pour la sécurité aéromédicale, mais c'est l'assurance de la sécurité par l'État qui est considérée comme étant la plus importante, en particulier la collecte, l'analyse et l'échange de données relatives à la sécurité.

1.2.21 Souvent, dans le domaine de la médecine aéronautique comme dans d'autres disciplines liées à l'aviation, la politique en matière de sécurité n'a pas été basée sur des preuves objectives de bonne qualité, et peu de services de délivrance des licences analysent régulièrement les incapacités en vol ou les constatations médicales qui se dégagent des attestations médicales établies régulièrement. À défaut de telles données de base, la politique en matière de réglementation sera sans doute essentiellement basée sur les opinions d'experts — opinions qui varient d'un spécialiste à un autre et d'un État à un autre.

1.2.22 Des moyens importants sont consacrés au processus d'évaluation aéromédicale et à l'application de la politique en la matière. Il importe que ces moyens soient utilisés avec le meilleur rapport coût-efficacité, et l'application des principes de gestion de la sécurité est une des méthodes pouvant encourager une telle démarche, dont l'efficacité a été démontrée. La lecture d'une étude internationale publiée dans la revue *Aviation, Space, and Environmental Medicine*³, reproduite dans l'Appendice au présent chapitre, avec l'autorisation de l'éditeur, est recommandée à propos de cette question.

Latitude d'application

1.2.4.9 Si le candidat ne satisfait pas aux conditions médicales du Chapitre 6 pour une licence donnée, l'attestation médicale ne sera délivrée ou renouvelée que si les conditions suivantes sont remplies :

- a) les conclusions de médecins agréés montrent que, dans des circonstances spéciales, l'inaptitude du candidat à remplir l'une ou l'autre des conditions requises, qu'elle soit numérique ou autre, est telle que l'exercice des privilèges afférents à la licence demandée n'est pas de nature à compromettre la sécurité aérienne ;
- b) il a été dûment tenu compte de l'habileté, des aptitudes et de l'expérience du candidat ainsi que des conditions d'exploitation ;
- c) la licence porte mention de la restriction ou des restrictions nécessaires dans le cas où l'accomplissement sûr des fonctions du titulaire dépend du respect de ladite restriction ou desdites restrictions.

Des éléments indicatifs détaillés sur l'application du § 1.2.4.9 figurent au Chapitre 2 de la Partie I du présent manuel.

Preuve d'aptitude physique et mentale

1.2.23 Dans la Note 2 relative au § 1.2.4, les diverses façons dont les États contractants apportent aux titulaires de licence la preuve qu'ils satisfont aux exigences d'ordre médical sont exposées comme suit :

Note 2.— Afin de satisfaire aux conditions d'aptitude physique et mentale associées à la délivrance de différents types de licences, le candidat doit répondre à certaines exigences d'ordre médical qui sont spécifiées au titre des trois classes d'attestations médicales. Ces exigences sont indiquées en détail aux § 6.2, 6.3, 6.4 et 6.5. Afin de fournir au titulaire d'une licence la preuve dont il a besoin pour témoigner qu'il satisfait aux conditions du § 1.2.4.1, le service de délivrance des licences

3 Evans, A.D., et al., « Safety management as a foundation for evidence-based aeromedical standards and reporting of medical events », *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, juin 2009, Vol. 80, n° 6, pp. 511-15.

lui délivre une attestation médicale de classe 1, 2 ou 3, selon le cas. Cette attestation peut prendre plusieurs formes ; il peut s'agir d'un certificat distinct portant un titre approprié, d'une déclaration figurant sur la licence, d'un règlement national stipulant que l'attestation médicale fait partie intégrante de la licence, etc.

Périodes de validité des attestations médicales

1.2.4.3 La période de validité d'une attestation médicale débutera le jour de l'examen médical. La durée de la période de validité sera conforme aux dispositions du § 1.2.5.2.

1.2.4.3.1 La période de validité d'une attestation médicale pourra être prolongée, à la discrétion du service de délivrance des licences, d'un maximum de 45 jours.

Note.— Il serait utile que le jour civil auquel l'attestation médicale expire soit le même année après année, en permettant que la date d'expiration de l'attestation médicale en cours de validité soit la date à laquelle débute la nouvelle période de validité, sous réserve que l'examen médical ait lieu pendant la période de validité de l'attestation et au plus tôt 45 jours avant la date d'expiration.

1.2.24 L'attestation médicale est valable à partir du jour où il est procédé à l'examen médical réglementaire. Parfois, la délivrance de l'attestation médicale doit être différée jusqu'à ce que soit connu le résultat d'épreuves en laboratoire, ou peut-être de l'évaluation d'un spécialiste, mais cela ne modifie pas la date de début de validité. De nombreux États contractants permettent aux titulaires de licence de passer l'examen médical pour le renouvellement de leur attestation médicale à une date qui convient jusqu'à 45 jours avant l'expiration de leur attestation médicale en cours de validité, sans que les dates pour la nouvelle période de validité soient modifiées de façon correspondante, ceci entraînant une prolongation de la période de validité qui pourra atteindre 45 jours. Il s'agit là surtout de s'adapter aux calendriers de travail des titulaires de licence et des médecins-examineurs, mais cela permet aussi que la date d'expiration de l'attestation médicale reste la même d'année en année.

1.2.25 La valeur prédictive d'un examen médical, même très complet et approfondi, est limitée. Cela est vrai pour tous les groupes d'âge, mais le devient plus encore avec l'avancée en âge. Des études menées dans deux États contractants chez les titulaires de licence âgés ont montré une incidence nettement accrue des pathologies médicales sur la sécurité des vols. Les périodes de validité sont donc plus courtes pour les titulaires de licence âgés. Les périodes de validité de l'attestation médicale pour différentes catégories de titulaires de licence s'établissent comme suit :

1.2.5.2 Sauf dans les cas prévus aux § 1.2.5.2.1, 1.2.5.2.2, 1.2.5.2.3, 1.2.5.2.4, 1.2.5.2.5 et 1.2.5.2.6, une attestation médicale délivrée conformément aux dispositions des § 1.2.4.6 et 1.2.4.7 sera valide à compter de la date de l'examen médical pour une période qui ne dépassera pas :

- 60 mois pour une licence de pilote privé — aéronef à sustentation motorisée, avion, dirigeable et hélicoptère ;
- 12 mois pour une licence de pilote professionnel — aéronef à sustentation motorisée, avion, dirigeable et hélicoptère ;
- 12 mois pour une licence de pilote en équipage multiple — avion ;
- 12 mois pour une licence de pilote de ligne — aéronef à sustentation motorisée, avion et hélicoptère ;
- 60 mois pour une licence de pilote de planeur ;
- 60 mois pour une licence de pilote de ballon libre ;
- 12 mois pour une licence de navigateur ;
- 12 mois pour une licence de mécanicien navigant ;
- 48 mois pour une licence de contrôleur de la circulation aérienne.

Note 1.— Les périodes de validité indiquées ci-dessus peuvent être prolongées d'un maximum de 45 jours, conformément aux dispositions du § 1.2.4.3.1.

Note 2.— Lorsque la période de validité est calculée conformément aux dispositions du § 1.2.5.2, le dernier mois pris en compte inclut le jour qui porte le même chiffre que la date de l'examen médical ou, si ce mois ne comporte pas de jour correspondant à ce chiffre, le dernier jour de ce mois.

1.2.26 À mesure que l'âge du titulaire de licence augmente, ces périodes de validité sont raccourcies :

1.2.5.2.2 Dans le cas des titulaires d'une licence de pilote de ligne — aéronef à sustentation motorisée, avion ou hélicoptère, ou d'une licence de pilote professionnel — aéronef à sustentation motorisée, avion, dirigeable ou hélicoptère, qui effectuent des vols de transport commercial de passagers en exploitation monopilote et qui sont âgés de 40 ans ou plus, la période de validité spécifiée au § 1.2.5.2 sera réduite à 6 mois.

1.2.5.2.3 Dans le cas des titulaires d'une licence de pilote de ligne — aéronef à sustentation motorisée, avion ou hélicoptère, d'une licence de pilote professionnel — aéronef à sustentation motorisée, avion, dirigeable ou hélicoptère, ou d'une licence de pilote en équipage multiple — avion, qui effectuent des vols de transport commercial et qui sont âgés de 60 ans ou plus, la période de validité spécifiée au § 1.2.5.2 sera réduite à 6 mois.

1.2.5.2.4 Dans le cas des titulaires d'une licence de pilote privé — aéronef à sustentation motorisée, avion, dirigeable ou hélicoptère, d'une licence de pilote de ballon libre, d'une licence de pilote de planeur ou d'une licence de contrôleur de la circulation aérienne qui sont âgés de 40 ans ou plus, la période de validité spécifiée au § 1.2.5.2 sera réduite à 24 mois.

1.2.5.2.5 **Recommandation.**— *Il est recommandé que, dans le cas des titulaires d'une licence de pilote privé — aéronef à sustentation motorisée, avion, dirigeable ou hélicoptère, d'une licence de pilote de ballon libre, d'une licence de pilote de planeur ou d'une licence de contrôleur de la circulation aérienne qui sont âgés de 50 ans ou plus, la période de validité spécifiée au § 1.2.5.2 soit réduite à 12 mois.*

Note.— *Les périodes de validité indiquées ci-dessus sont fondées sur l'âge du candidat au moment où il subit l'examen médical.*

1.2.27 Indépendamment des périodes de validité indiquées ci-dessus, l'évaluateur médical peut exiger dans certains cas que cette période soit raccourcie :

1.2.5.2.1 La période de validité d'une attestation médicale peut être réduite lorsque cela est indiqué du point de vue clinique.

1.2.28 Tout en étant compatible avec la délivrance d'une licence, un état de santé physique ou mentale peut être de nature à nécessiter des contrôles médicaux fréquents. Dans de tels cas, la période de validité de l'attestation médicale pourra être réduite pour assurer une surveillance adéquate de cet état.

Diminution de l'aptitude physique ou mentale

1.2.6.1 Le titulaire d'une licence prévue dans la présente Annexe s'abstiendra d'exercer les privilèges de sa licence et des qualifications connexes dès qu'il ressentira une diminution quelconque de son aptitude physique ou mentale de nature à le mettre dans l'incapacité d'exercer ces privilèges correctement et en sécurité.

1.2.6.1.1 **Recommandation.**— *Il est recommandé que les États veillent à ce que les titulaires de licence reçoivent des lignes directrices claires sur les conditions médicales qui concernent la sécurité des vols et sur les circonstances dans lesquelles demander des éclaircissements ou des indications auprès d'un médecin-examineur ou du service de délivrance des licences.*

Note.— *Le Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984) contient des indications sur les conditions physiques et mentales et les traitements qui concernent la sécurité des vols au sujet desquels il pourrait être nécessaire de communiquer des renseignements au service de délivrance des licences.*

1.2.6.1.2 **Recommandation.** — *Il est recommandé que, dans la mesure du possible, chaque État contractant fasse en sorte qu'un titulaire de licence n'exerce pas les privilèges de sa licence et des qualifications connexes pendant toute période où il souffre d'une diminution de l'aptitude physique ou mentale, de quelque origine qu'elle soit, qui serait de nature à empêcher la délivrance ou le renouvellement de son attestation médicale.*

1.2.29 Les dispositions de l'Annexe 1, § 1.2.6.1, s'appliqueraient en cas de baisse de l'aptitude physique ou mentale attribuable aux effets d'une maladie intercurrente, d'une blessure, de l'alcool ou d'autres substances psychoactives, de médicaments, de la fatigue, de troubles du sommeil dus aux changements de fuseaux horaires, de mauvaises conditions météorologiques ou de perturbations des horaires normaux de travail/repos qui pourraient rendre le titulaire d'une licence ou d'une qualification incapable de respecter les exigences médicales de sa licence ou de sa qualification.

1.2.30 Les précédentes éditions de l'Annexe 1 contenaient une Recommandation indiquant que les titulaires d'une licence devraient informer le service de délivrance des licences d'une grossesse, d'une diminution de l'aptitude physique ou mentale d'une durée supérieure à 20 jours ou de l'usage continu de médicaments prescrits. L'expérience a cependant montré que les services de délivrance des licences ont interprété de différentes façons cette recommandation, qui, à la suite de discussions avec les États, a été revue selon l'énoncé ci-dessus.

1.2.31 Il est manifestement important que les titulaires d'une licence aient connaissance des pathologies qui pourraient affecter la sécurité des vols, que ce soit immédiatement ou à long terme, de sorte que, s'ils ont développé un état pathologique, ils sachent quand demander de l'aide médicale et quand cesser de voler. Les services de délivrance des licences pourraient souhaiter insister plus ou moins sur certains aspects de l'aptitude pour les titulaires de licences délivrées par leur pays, en fonction de la prévalence de certaines maladies chez leurs titulaires de licence.

1.2.32 Les États disposent de différents moyens pour informer sur les états de santé physique et mentale dont il s'agit, par exemple des sites web Internet ou des circulaires d'information ou un briefing par le médecin-examineur. Le ou les moyens les plus efficaces sont susceptibles de différer selon les États. Un briefing par le médecin-examineur peut être efficace et il est suggéré que, pour les candidats de Classe 1 âgés de moins de 40 ans, un tel briefing puisse être officiellement inclus dans la partie préventive et éducative de l'attestation médicale.

1.2.33 Pour de nombreux états pathologiques, la pratique médicale moderne a modifié la durée d'hospitalisation, et certaines pathologies qui exigeaient précédemment un assez long séjour à l'hôpital peuvent maintenant être traitées très rapidement, parfois même en soins ambulatoires. Selon une liste dressée par un État, les cas de figure ci-après exigent l'avis d'un médecin-examineur désigné avant qu'un retour aux activités puisse être envisagé :

- a) toute opération chirurgicale ;
- b) tout examen médical dont les résultats sont anormaux ;
- c) tout usage régulier de médicaments ;
- d) toute perte de conscience ;
- e) traitement de calculs rénaux par lithotritie ;
- f) angiographie coronaire ;
- g) accident ischémique transitoire ;
- h) rythmes cardiaques anormaux, y compris la fibrillation atriale/les palpitations.

1.2.34 Dans de nombreux cas de problèmes de santé, un médecin sans aucune formation en médecine aéronautique pourrait ne pas être en mesure de donner à un titulaire de licence un avis approprié concernant son aptitude au pilotage. Tout titulaire de licence devrait savoir ce qu'il y a lieu de faire s'il souffre d'un simple refroidissement, sans avoir à demander l'avis d'un médecin-examineur désigné, à moins que des complications n'interviennent ; pour des cas plus graves, il devrait être facile d'obtenir un avis concernant l'aptitude au pilotage auprès de ceux qui possèdent des connaissances spécialisées, par exemple un médecin-examineur désigné ou la section de médecine aéronautique du service de délivrance des licences. Si une attestation indiquant une « inaptitude temporaire » est établie, la méthode de rétablissement de l'aptitude devrait être claire ; une fois l'aptitude rétablie, le retour aux activités ne devrait pas être indûment retardé. Si un titulaire de licence souffre d'un problème d'ordre médical tel que ceux mentionnés dans la liste ci-dessus (qui n'est pas exhaustive), il devrait avoir conscience de la nécessité de demander l'avis d'un spécialiste en médecine aéronautique avant d'exercer à nouveau les privilèges de sa licence.

Usage de substances psychoactives

1.2.35 Dans le contexte de l'aviation, tout usage de substances psychoactives est susceptible de compromettre la sécurité des vols, même si elles sont prescrites en conformité avec la meilleure pratique médicale et utilisées aux quantités qui permettent d'exercer comme d'habitude les activités quotidiennes normales. L'expression « usage qui pose des problèmes », employée dans la réglementation en médecine aéronautique, est définie comme suit à l'Annexe 1 :

Usage de substances qui pose des problèmes

Usage par du personnel aéronautique d'une ou de plusieurs substances psychoactives qui est tel :

- a) qu'il constitue un risque direct pour celui qui consomme ou qu'il compromet la vie, la santé ou le bien-être d'autrui ; et/ou
- b) qu'il engendre ou aggrave un problème ou trouble professionnel, social, mental ou physique.

1.2.36 Il est important d'établir une distinction entre les expressions « sous l'influence d'une substance psychoactive » (1.2.7.1) et « usage de substances qui pose des problèmes » (1.2.7.2). La première concerne toute personne ayant pris récemment une substance psychoactive (telle que l'alcool) et qui, pour cette raison, n'est temporairement pas sûre, tandis que la seconde concerne une personne accoutumée à l'usage de substances psychoactives et qui n'est donc pas sûre, même entre les usages.

1.2.7.1 Les titulaires de licences qui font l'objet de la présente Annexe n'exerceront pas les privilèges de leurs licences ni les qualifications connexes s'ils se trouvent sous l'influence d'une substance psychoactive qui pourrait les rendre inaptes à exercer ces privilèges correctement et de façon sûre.

1.2.7.2 Les titulaires de licences prévues dans la présente Annexe ne feront aucun usage de substances qui pose des problèmes.

1.2.7.3 **Recommandation.**— *Il est recommandé que les États contractants veillent, autant que possible, à ce que tous les titulaires de licences assurant des fonctions critiques pour la sécurité qui font un usage de substances qui pose des problèmes soient identifiés et relevés de ces fonctions. La reprise de ces fonctions critiques pour la sécurité pourra être envisagée après un traitement satisfaisant ou, dans les cas où aucun traitement n'est nécessaire, lorsque l'intéressé aura cessé de faire un usage de substances qui pose des problèmes et qu'on aura déterminé qu'en poursuivant l'exécution de sa fonction, il n'est pas susceptible de compromettre la sécurité.*

Note.— *Le Manuel sur la prévention de l'usage de substances posant problème sur les lieux de travail en aviation (Doc 9654) contient des éléments indicatifs sur les méthodes d'identification à retenir (qui peuvent comprendre le dépistage biochimique à des occasions telles que le prérecrutement, sur soupçon raisonnable, après des accidents ou des incidents, à intervalles, et par sondage) et sur d'autres thèmes concernant la prévention.*

1.2.37 Une définition des substances psychoactives est donnée au Chapitre 1 de l'Annexe 1 :

Substances psychoactives. Alcool, opioïdes, cannabinoïdes, sédatifs et hypnotiques, cocaïne, autres psychostimulants, hallucinogènes et solvants volatils. Le café et le tabac sont exclus.

1.3 AUTRES DISPOSITIONS MÉDICALES DES ANNEXES

1.3.1 D'autres dispositions médicales se trouvent dans l'Annexe 2 — *Règles de l'air* et l'Annexe 6 — *Exploitation technique des aéronefs* ; des extraits en sont reproduits ci-après.

Usage de substances psychoactives

1.3.2 L'Annexe 2, § 2.5, contient une norme restreignant l'usage de substances psychoactives (telles que l'alcool, les narcotiques et certaines drogues), reproduite ci-dessous :

2.5 Usage de substances psychoactives qui pose des problèmes

Les personnes qui assurent des fonctions critiques pour la sécurité de l'aviation (personnel critique pour la sécurité) n'exerceront pas ces fonctions si elles se trouvent sous l'influence de quelque substance psychoactive que ce soit qui altère les performances humaines. Ces personnes ne se livreront à aucune forme d'usage de substances qui pose des problèmes.

1.3.3 Il est à noter que la première phrase du § 2.5 se rapporte à toute personne ayant récemment fait usage d'une substance psychoactive et qui, pour cette raison, est temporairement peu sûre, tandis que la seconde phrase se rapporte aux consommateurs habituels de substances psychoactives.

Exploitation aérienne et fatigue

1.3.4 Les aspects de cette question qui sont en rapport avec la médecine sont traités au Chapitre 17 de la Partie III.

Fournitures médicales

1.3.5 L'Annexe 6, Partie 1, contient des SARP et des Suppléments qui concernent les fournitures médicales se trouvant à bord :

6.2 Tous avions, tous vols

Les avions seront dotés :

- a) de fournitures médicales suffisantes accessibles ;

Recommandation.— *Il est recommandé que les fournitures médicales comprennent :*

- 1) *une ou plusieurs trousse de premiers soins à utiliser par l'équipage de cabine pour gérer les cas de mauvais état de santé ;*
- 2) *dans les avions à bord desquels un équipage de cabine doit faire partie du personnel d'exploitation, une trousse de prévention universelle (deux dans les avions autorisés à transporter plus de 250 passagers), à utiliser par les membres de l'équipage de cabine pour gérer les cas de mauvais état de santé liés à une possible maladie transmissible et les cas comportant un contact avec un liquide organique ;*
- 3) *dans les avions autorisés à transporter plus de 100 passagers sur un secteur de vol d'une durée supérieure à deux heures, une trousse médicale, à utiliser par des médecins ou autres personnes qualifiées, pour traiter les urgences médicales en vol.*

Note.— *Des éléments indicatifs sur les types, le nombre, l'emplacement et le détail de fournitures médicales figurent au Supplément B.*

Emploi de l'oxygène en vol

1.3.6 La Partie 1 de l'Annexe 6 prévoit des mesures pour réduire les risques d'hypoxie, laquelle compromettrait la sécurité du vol.

4.3.9 Réserve d'oxygène

Note.— *En atmosphère type, les altitudes correspondant approximativement aux pressions absolues indiquées dans le texte, sont les suivantes :*

Pression absolue	Mètres	Pieds
700 hPa	3 000	10 000
620 hPa	4 000	13 000
376 hPa	7 600	25 000

4.3.9.1 Un vol qui doit être effectué à des altitudes de vol auxquelles la pression atmosphérique dans les compartiments des passagers et de l'équipage est inférieure à 700 hPa ne sera entrepris que si la réserve d'oxygène est suffisante pour alimenter :

- a) tous les membres de l'équipage et 10 % des passagers pendant toute période au cours de laquelle la pression à l'intérieur des compartiments qu'ils occupent sera comprise entre 700 hPa et 620 hPa, diminuée de 30 minutes ;
- b) l'équipage et les passagers pendant toute période au cours de laquelle la pression atmosphérique dans les compartiments qu'ils occupent sera inférieure à 620 hPa.

4.3.9.2 Dans le cas des avions pressurisés, un vol ne sera entrepris que si l'avion est doté d'une réserve d'oxygène permettant d'alimenter tous les membres d'équipage et tous les passagers, et jugée appropriée en fonction des conditions du vol, en cas de chute de pression, pendant toute période au cours de laquelle la pression atmosphérique dans les compartiments qu'ils occupent serait inférieure à 700 hPa. En outre, lorsqu'un avion est utilisé à des altitudes de vol auxquelles la pression atmosphérique est inférieure à 376 hPa, ou lorsqu'un avion est utilisé à des altitudes de vol auxquelles la pression atmosphérique est supérieure à 376 hPa mais qu'il ne peut descendre sans risque en moins de quatre minutes à une altitude de vol à laquelle la pression atmosphérique est égale à 620 hPa, la réserve d'oxygène sera suffisante pour alimenter les occupants du compartiment des passagers pendant au moins 10 minutes

Il est à noter que 1 hPa = 1 mb.

1.3.7 La Partie 1 de l'Annexe 6 spécifie en outre, au § 4.4.5.1, que :

4.4.5.1 Lorsqu'ils exercent des fonctions indispensables à la sécurité du vol, tous les membres de l'équipage de conduite devront utiliser des inhalateurs d'oxygène de manière continue dans tous les cas, spécifiés aux § 4.3.9.1 ou 4.3.9.2, pour lesquels l'alimentation en oxygène est prévue.

1.3.8 Le paragraphe 4.4.5.2 spécifie :

4.4.5.2 Tous les membres d'équipage d'avions pressurisés volant au-dessus d'une altitude où la pression atmosphérique est inférieure à 376 hPa devront disposer à leur poste de travail d'un masque à oxygène à pose rapide capable de fournir immédiatement de l'oxygène à la demande.

1.3.9 La recommandation 4.4.6 de la Partie 1 de l'Annexe 6 est intitulée « Protection de l'équipage de cabine et des passagers à bord des avions pressurisés en cas de chute de pression ».

Recommandation.— *Il est recommandé de prévoir pour les membres de l'équipage de cabine des dispositions telles qu'au cas d'une descente d'urgence nécessitée par une chute de pression ils aient de bonnes chances de ne pas perdre connaissance, et de prévoir en outre des moyens de protection leur permettant d'être aptes à donner les premiers secours aux passagers quand la situation est stabilisée après la descente d'urgence. Il est recommandé également de prévoir des dispositifs ou des procédures d'exploitation telles que les passagers aient de bonnes chances de survivre à l'hypoxémie consécutive à une chute de pression.*

Note.— *Il n'est pas envisagé que l'équipage de cabine puisse être dans tous les cas en mesure de prêter assistance aux passagers pendant les descentes d'urgence nécessitées par une chute de pression.*

1.4 DÉFINITIONS

On trouvera ci-après une sélection de définitions en rapport avec les responsabilités d'un médecin-examineur de l'aviation. Chaque Annexe contient des définitions d'expressions qui sont utilisées dans les normes et pratiques recommandées et qui ne s'expliquent pas d'elles-mêmes. Les définitions n'ont pas un caractère indépendant, mais elles sont indispensables à l'interprétation des normes et pratiques recommandées où l'expression définie apparaît, car le sens des spécifications dépend de la signification donnée à cette expression. À l'exception du terme « Certification médicale », introduit dans cette 3^e édition, les expressions ci-dessous sont extraites des Annexes 1, 2 et 6, où elles ont les significations indiquées :

Attestation médicale. Document établi par un État contractant et témoignant que le titulaire d'une licence satisfait à des conditions déterminées d'aptitude physique et mentale.

Aviation générale. Activités de l'aviation civile autres que les services aériens réguliers et les transports aériens non réguliers effectués contre rémunération ou en vertu d'un contrat de location.

Certification médicale. Processus d'établissement et de délivrance d'un document témoignant que le titulaire d'une licence satisfait aux conditions déterminées d'aptitude physique et mentale.

Conclusions de médecins agréés. Conclusions d'un ou plusieurs experts jugés acceptables par le service de délivrance des licences pour les fins du cas examiné, en consultation avec des spécialistes de l'exploitation aérienne ou d'autres experts dont l'avis est nécessaire.

Contrôleur de la circulation aérienne détenteur d'une qualification. Contrôleur de la circulation aérienne titulaire d'une licence et de qualifications en cours de validité correspondant aux privilèges à exercer.

Co-pilote. Titulaire d'une licence de pilote exerçant toutes les fonctions de pilote autres que celles du pilote commandant de bord. Toutefois, est exclu de cette définition un pilote qui se trouverait à bord d'un aéronef dans le seul but de recevoir une instruction en vol.

Évaluateur médical. Médecin nommé par le service de délivrance des licences, qualifié et possédant une expérience pratique en médecine aéronautique et compétent dans l'évaluation des conditions médicales qui concernent la sécurité des vols.

Note 1.— Les évaluateurs médicaux évaluent les rapports médicaux soumis au service de délivrance des licences par les médecins-examineurs.

Note 2.— Il est attendu des évaluateurs médicaux qu'ils tiennent à jour leurs connaissances professionnelles.

Fatigue. État physiologique qui se caractérise par une diminution des capacités mentales ou physiques due à un manque de sommeil, à une période d'éveil prolongée, à une phase du rythme circadien ou à la charge de travail (mental et/ou physique), qui peut réduire la vigilance d'un membre d'équipage et sa capacité à faire fonctionner un aéronef en toute sécurité ou à s'acquitter de fonctions liées à la sécurité.

Grave. Dans le contexte des dispositions médicales du Chapitre 6 : dont la gravité ou la nature est susceptible de compromettre la sécurité du vol.

Médecin-examineur. Médecin ayant reçu une formation en médecine aéronautique et possédant une connaissance et une expérience pratiques de l'environnement aéronautique, qui est désigné par le service de délivrance des licences pour conduire des examens médicaux de demandeurs de licences ou de qualifications pour lesquelles des conditions d'aptitude physique et mentale sont prescrites.

Membre d'équipage. Personne chargée par un exploitant de fonctions à bord d'un aéronef pendant une période de service de vol.

Membre d'équipage de conduite. Membre d'équipage titulaire d'une licence, chargé d'exercer des fonctions essentielles à la conduite d'un aéronef pendant une période de service de vol.

Performances humaines. Capacités et limites de l'être humain qui ont une incidence sur la sécurité et l'efficacité des opérations aéronautiques.

Personnel critique pour la sécurité. Personnes qui pourraient compromettre la sécurité aérienne en s'acquittant inadéquatement de leurs devoirs et fonctions. Cette définition englobe, sans s'y limiter, les membres d'équipage, le personnel d'entretien d'aéronef et les contrôleurs de la circulation aérienne.

Pilote commandant de bord. Pilote responsable de la conduite et de la sécurité de l'aéronef pendant le temps de vol.

Programme national de sécurité (PNS). Ensemble intégré de règlements et d'activités destinés à améliorer la sécurité.

Qualification. Mention qui, portée sur une licence ou associée à cette licence et s'intégrant à celle-ci, indique les conditions, privilèges ou restrictions propres à cette licence.

Service de délivrance des licences. Service désigné par un État contractant comme responsable de la délivrance des licences au personnel.

Note.— Dans les dispositions de la présente Annexe, le service de délivrance des licences est considéré comme ayant été chargé des responsabilités suivantes par l'État contractant :

- a) *évaluation des compétences d'un candidat à une licence ou à une qualification ;*
- b) *délivrance des licences et inscription des qualifications ;*
- c) *désignation et autorisation des personnes habilitées ;*
- d) *homologation des cours d'instruction ;*
- e) *approbation de l'utilisation des simulateurs d'entraînement au vol et autorisation de leur utilisation en vue de l'acquisition de l'expérience requise ou de la démonstration de l'habileté requise pour l'obtention d'une licence ou d'une qualification ;*
- f) *validation des licences délivrées par d'autres États contractants.*

Substances psychoactives. Alcool, opioïdes, cannabinoïdes, sédatifs et hypnotiques, cocaïne, autres psychostimulants, hallucinogènes et solvants volatils. Le café et le tabac sont exclus.

Susceptible. Dans le contexte des dispositions médicales du Chapitre 6, **susceptible** signifie ayant une probabilité de se produire qui est inacceptable pour l'évaluateur médical.

Système de gestion de la sécurité (SGS). Approche systémique de la gestion de la sécurité comprenant les structures organisationnelles, responsabilités, politiques et procédures nécessaires.

Temps de vol — avions. Total du temps décompté depuis le moment où l'avion commence à se déplacer en vue du décollage jusqu'au moment où il s'immobilise en dernier lieu à la fin du vol.

Note.— Ce temps, parfois appelé « temps bloc » ou « temps cale à cale », est compté à partir du moment où l'avion commence à se déplacer en vue du décollage jusqu'au moment où il s'arrête en dernier lieu à la fin du vol.

Temps de vol — hélicoptères. Total du temps décompté depuis le moment où les pales de rotor de l'hélicoptère commencent à tourner jusqu'au moment où l'hélicoptère s'immobilise en dernier lieu à la fin du vol et où les pales de rotor sont arrêtées.

Usage de substances qui pose des problèmes. Usage par du personnel aéronautique d'une ou de plusieurs substances psychoactives, qui est tel :

- a) qu'il constitue un risque direct pour celui qui consomme ou qu'il compromet la vie, la santé ou le bien-être d'autrui ; et/ou
- b) qu'il engendre ou aggrave un problème ou trouble professionnel, social, mental ou physique.

APPENDICE

SAFETY MANAGEMENT AS A FOUNDATION FOR EVIDENCE-BASED AEROMEDICAL STANDARDS AND REPORTING OF MEDICAL EVENTS

Anthony D Evans, Dougal B Watson, Sally A Evans, John Hastings, Jarnail Singh, Claude Thibeault
Aviation, Space, and Environmental Medicine, juin 2009; Vol. 80, pp. 511 – 15.

Traduction : **GESTION DE LA SÉCURITÉ COMME FONDEMENT POUR DES NORMES AÉROMÉDICALES
FACTUELLES ET DES COMPTES RENDUS D'ÉVÉNEMENTS MÉDICAUX**

Les différentes interprétations que font les États (pays) des normes de médecine aéronautique établies par l'Organisation de l'aviation civile internationale ont abouti à diverses approches de l'élaboration des politiques nationales de médecine aéronautique et, par conséquent, à un manque relatif d'harmonisation. Dans de nombreux domaines de l'aviation, cependant, des systèmes de gestion de la sécurité ont été introduits récemment et ils pourraient représenter la voie à suivre. Un système de gestion de la sécurité peut être défini comme une « approche systémique de la gestion de la sécurité comprenant les structures organisationnelles, responsabilités, politiques et procédures nécessaires » (1). Il y a quatre domaines principaux dans lesquels, en appliquant les principes de gestion de la sécurité, une meilleure utilisation des données de la médecine aéronautique est possible pour renforcer la sécurité des vols. Il s'agit des domaines suivants : 1) ajustement de la périodicité et du contenu des examens médicaux réguliers, pour tenir compte plus exactement des risques aéromédicaux ; 2) amélioration dans la communication et l'analyse des données des examens médicaux réguliers ; 3) amélioration dans le compte rendu et l'analyse d'événements médicaux survenant en vol ; 4) appui pour qu'il soit mieux rendu compte des événements pertinents intéressant la médecine aéronautique, grâce à la promotion par les compagnies et les services de réglementation d'une culture appropriée. Cette note explore comment les principes de gestion de la sécurité peuvent être appliqués aux systèmes aéromédicaux pour améliorer leur contribution à la sécurité. **Mots clés** : examen, risque, systèmes, incapacité, pilote, normes.

DES EXIGENCES MÉDICALES POUR LES PILOTES ont été introduites au cours des premières décennies du siècle dernier ; bien que le contenu de l'examen de médecine aéronautique ait changé au fil du temps, il n'a guère été tenté de suivre ou de quantifier les bénéfices que les normes établies de médecine aéronautique apportent à la sécurité, sachant que le titulaire d'une licence doit nécessairement être « apte ». L'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) établit en matière médicale des normes et pratiques recommandées qui sont convenues sur le plan international. En dépit de cet accord mondial sur un système international approprié, les autorités de réglementation interprètent de différentes manières les normes et pratiques recommandées en matière de médecine aéronautique. Cela mène, dans la pratique, à ce que dans différents États (pays) des niveaux d'aptitude différents soient exigés des titulaires d'une licence.

Le manuscrit, reçu pour examen en novembre 2008, a été accepté pour publication en mars 2009.
Adresser les demandes de reproduction à : Dr. Anthony D.B. Evans, Chef de la Section de médecine aéronautique,
Organisation de l'aviation civile internationale, Montréal, H3C5H7, Canada ; aevans@icao.int.
Reproduction et copyright © Aerospace Medical Association, Alexandria, Va. DOI : 10. 3357 / ASEM.2465.2009

Dans un certain État, un pilote professionnel âgé de 55 ans pourrait passer un examen médical annuel et être autorisé à travailler tout en prenant certains antidépresseurs ou en utilisant de la warfarine (Coumadine). Dans un autre pays, ce pilote pourrait être tenu de passer un examen médical tous les six mois, de passer périodiquement des tests d'exercice et des tests psychologiques, et se voir refuser l'autorisation de voler tant qu'il sera sous traitement avec un antidépresseur ou de la warfarine. Il résulte de telles disparités dans les pratiques que certains pilotes auxquels la certification médicale a été refusée par un service de réglementation s'efforcent d'en trouver un autre qui leur permettra d'exercer (forme de tourisme aéromédical). Les statistiques d'accidents ne donnent cependant pas à penser, actuellement, que des différences entre États dans les normes médicales pourraient constituer une préoccupation en matière de sécurité, quoique ces statistiques ne soient peut-être pas suffisamment sensibles pour déceler des différences entre États en ce qui concerne la contribution de la médecine aéronautique à la sécurité. Une meilleure communication de l'information pourrait révéler des faits préoccupants en matière de sécurité aéromédicale.

Base pour la prise de décision aéromédicale réglementaire

Avis d'experts

La politique et les décisions aéromédicales sont souvent basées sur l'avis d'experts (preuve de « niveau 5 ») (13). Les avis d'experts peuvent être basés sur des éléments probants, mais une telle approche (dite aussi « factuelle ») n'est pas aussi fiable que celle qui utilise des preuves de plus haut niveau. L'avis d'experts est pourtant souvent le moyen le plus facile (le plus rapide et le moins coûteux) à mettre en œuvre, et cela peut donc être une option attrayante pour les services de réglementation. Si un expert médical possède de l'expérience en médecine aéronautique et dans sa propre spécialité, un tel avis peut être d'une grande valeur (cela peut être la seule approche possible pour des situations inhabituelles), mais les avis varient souvent grandement entre les experts auxquels des cas similaires sont soumis.

La possibilité de variations entre les avis d'experts a été constatée en 2004, lorsque les Autorités conjointes de l'aviation (JAA) européennes ont procédé à une enquête pour évaluer l'utilité de l'électroencéphalogramme (EEG) dans la détermination de l'aptitude médicale. Une sélection d'enregistrements d'EEG représentatifs a été distribuée à des neurologues consultant les responsables médicaux des différents États membres des JAA. Tandis que certains neurologues consultants ont évalué certains EEG comme acceptables sans restrictions pour la délivrance d'une attestation médicale de Classe 1, d'autres ont évalué les mêmes enregistrements comme justifiant une attestation qui déclarerait le candidat « inapte ». Par la suite, les JAA ont abandonné l'usage de l'EEG de dépistage systématique à des fins réglementaires *. Vu cette disparité de vues, on peut s'attendre à ce qu'une personne puisse être évaluée comme apte dans un pays et inapte dans un autre, en fonction de l'avis de l'expert qui conseille le service de délivrance des licences.

Risque aéromédical acceptable

Un autre domaine dans lequel une diversité de vues entre services de réglementation peut être constatée est le niveau de risque aéromédical acceptable. De plus, il y a des divergences de vues entre ces services quant à la possibilité d'utiliser un « critère de risque » aéromédical chiffré qui soit objectif pour servir de base à la prise de décisions, dans des cas individuels ou pour l'élaboration de politiques. Chez les services qui utilisent de tels critères de risque, il y a des différences en ce qui concerne le niveau de risque maximal acceptable pour la certification médicale, quoique pour les pilotes professionnels une norme couramment admise de risque maximal soit de 1 % par an (8). Cependant, une norme de 2 % par an a aussi été proposée (10) et est en usage dans un État au moins. Un risque d'incapacité de « 1 % par an » chez un pilote implique qu'il serait à prévoir que, si 100 pilotes présentaient un état identique, l'un d'eux subirait une incapacité à un certain moment au cours des douze mois suivants (ce qui ne serait pas le cas des 99 autres).

Même si les données de prévision des incapacités au cours des douze mois à venir pour une certaine affection ne sont pas toujours solides, il existe au sujet de certaines affections courantes (cardiopathie ischémique par exemple) des données épidémiologiques de haute qualité, utilisables pour l'évaluation du risque aéromédical. Sans aucun critère objectif, il est possible que l'on ne voie pas clairement sur quelle base est prise une décision médicale intéressant l'aviation, et un avis d'expert semblant « raisonnable », souvent basé sur des précédents analogues, est susceptible de prévaloir.

Contribution des examens médicaux à la sécurité de l'aviation

Examen périodique régulier

Il existe peu d'études publiées sur l'intérêt que présentent pour la sécurité les examens médicaux périodiques, alors que des millions de dollars sont consacrés chaque année à ce processus. Les services de réglementation exigent que les titulaires de licence passent un examen médical pour la délivrance d'une licence et pour chaque renouvellement de la licence ou de l'attestation médicale. Cet examen ne varie guère au cours de la carrière du pilote, bien que l'incidence de la plupart des affections varie avec l'âge, une maladie physique étant moins courante chez les pilotes professionnels de moins de 40 ans que chez ceux de plus de 40 ans. Il est très rare qu'une maladie physique soit un facteur significatif dans des accidents d'avions de ligne ayant un équipage de deux pilotes lorsqu'il s'agit de jeunes pilotes (11).

Dans la population générale, des facteurs comportementaux tels que l'anxiété et la dépression sont plus courants dans le groupe d'âge des moins de 40 ans (12) ; l'usage de drogues illicites et la consommation d'alcool sont également cause d'une morbidité considérable et grandissante (14, 15). Malgré cela, il n'est porté que relativement peu d'attention officielle à ces aspects lors de la rencontre périodique régulière avec un médecin-examineur aéronautique, où l'accent est mis généralement sur la détection de maladies physiques. En fait, cet examen est souvent appelé familièrement en anglais le "*physical*" d'un pilote, même si les médecins-examineurs peuvent prendre sur eux d'inclure une discussion informelle de problèmes de santé comportementale ou mentale. Chez le jeune titulaire de licence, en particulier, il existe une discordance apparente entre la probabilité d'existence de certaines pathologies importantes en ce qui concerne la sécurité des vols (problèmes mentaux et comportementaux principalement) et les outils utilisés pour les déceler (l'examen médical traditionnel) (12). L'OACI se concerta actuellement avec ses États membres pour établir si l'insistance mise actuellement sur la détection de maladies physiques est appropriée en ce qui concerne l'examen médical périodique pour les pilotes professionnels de moins de 40 ans.

Des exigences médicales rigoureuses

Une certaine approche de la certification aéromédicale fait intervenir l'idée que les normes médicales seraient « plus efficaces » si elles étaient « plus rigoureuses ». Lors de la réunion scientifique annuelle de 2002 de l'*Aerospace Medical Association*, il a été signalé par Hudson que 1200 des pilotes professionnels ayant demandé conseil au service de consultation médicale de la *U.S. Air Line Pilots Association* avaient été diagnostiqués comme souffrant de dépression et qu'il leur avait été recommandé de prendre des antidépresseurs (7). Lorsqu'ils ont été informés de la politique de la *Federal Aviation Administration* voulant que l'usage d'antidépresseurs ne soit pas autorisé chez les pilotes en activité, 710 de ces pilotes sur les 1200 ont indiqué qu'ils ne prendraient pas le traitement recommandé et continueraient de voler ; 180 ont indiqué qu'ils prendraient le traitement recommandé sans en informer leur médecin-examineur ; et 300 ont indiqué qu'ils arrêteraient de voler pendant qu'ils prendraient la médication. Si ce groupe de pilotes a agi selon les intentions exprimées, quelque 75 % des pilotes diagnostiqués comme souffrant de dépression auront continué de voler sans que le régulateur ait connaissance du problème.

* L'intérêt de procéder à un EEG lors des examens initiaux pour la Classe 1 a été débattu par l'Équipe sous-sectorielle (médicale) sur la délivrance des licences des Autorités conjointes de l'aviation [LSST(M)] lors de réunions qui ont eu lieu en 2004 et 2005. Il a été décidé par l'Équipe sectorielle sur la délivrance des licences [dont relève le LSST(M)], lors de sa 14^e réunion plénière tenue à Cologne (Allemagne) du 14 au 16 juin 2005, d'éliminer cette exigence dans les *Joint Aviation Requirements — Part 3 (Medical)*.

Ces données se prêtent à plusieurs interprétations possibles. Une conclusion pourrait être qu'une réglementation interdisant aux pilotes de voler lorsqu'ils prennent des antidépresseurs est, paradoxalement, nuisible à la sécurité de vol car elle pourrait avoir pour résultat que des informations importantes concernant l'état de santé soient dissimulées aux services de réglementation, des pilotes continuant à voler après un diagnostic de dépression, que celle-ci soit traitée ou non. Inversement, il pourrait être conclu que, puisque les normes existantes ne sont pas respectées, des mesures supplémentaires de réglementation, telles que des techniques plus focalisées d'entrevue ou d'examen (pour détecter la dépression) et des tests sanguins (pour déceler l'usage d'antidépresseurs), sont justifiées.

Dans un récent exposé de position de l'AsMA, Jones et al. ont indiqué que l'usage par les pilotes d'antidépresseurs modernes, sous supervision adéquate, n'était pas nécessairement nuisible à la sécurité des vols (9). Ceci donne à penser qu'il existe des sous-populations sûres parmi ceux qui souffrent de troubles dépressifs. Par ailleurs, si des pilotes souhaitaient dissimuler leur dépression et son traitement, il est peu probable que les méthodes d'entrevue et d'examen les découvriraient, sauf chez les plus déprimés cliniquement. Si des tests sanguins pour antidépresseurs devaient être appliqués à toute la population de pilotes, cela serait fort coûteux. Nous soutenons donc que ces données supplémentaires font pencher l'interprétation des données de Hudson (7) en faveur du premier argument, à savoir que des normes plus rigoureuses ne sont pas nécessairement bénéfiques pour la sécurité des vols en général. Ceci, à son tour, donne à penser que ce serait une stratégie plus efficace pour la sécurité à la fois d'accepter l'usage de certains antidépresseurs sélectionnés et de structurer l'examen de médecine aéronautique périodique de manière à mieux identifier ceux pour qui une intervention psychiatrique pourrait être utile, plutôt que de chercher à continuer d'exclure tous les pilotes souffrant de troubles dépressifs et d'instituer des mesures supplémentaires pour en accroître la détection.

Gestion de la sécurité comme moyen de progresser

Principes de gestion de la sécurité

Depuis quelques années, les concepts de gestion de la sécurité sont appliqués en aviation, mais dans une grande mesure en dehors du champ de la médecine aéronautique. Depuis 2001 et 2005 respectivement (2, 3), l'OACI a rendu obligatoire l'intégration d'un système de gestion de la sécurité dans les processus de gestion des services de la circulation aérienne et des exploitants d'aérodrome. En janvier 2009, les systèmes de gestion de la sécurité sont devenus obligatoires pour les exploitants d'aéronefs (1).

Lorsqu'un système de gestion de la sécurité est introduit, une importante première étape pour une compagnie est de nommer un cadre de haut niveau qui assume la responsabilité directe de la sécurité et qui a une influence à un haut niveau en matière de répartition des fonds. Pour s'acquitter de cette responsabilité, le « responsable » doit établir des objectifs en matière de sécurité, suivre et mesurer les événements liés à la sécurité, puis revenir aux objectifs de sécurité et les revoir au besoin. Autrement dit, la sécurité devrait être gérée de manière semblable à d'autres aspects des activités. Tel n'a pas toujours été le cas par le passé, la responsabilité de la sécurité étant souvent déléguée par la haute direction à des agents de sécurité. Ce personnel a généralement peu d'influence sur la proportion des ressources financières de la compagnie qui est consacrée à la protection de la sécurité, par rapport aux autres éléments de dépenses nécessaires qui appellent l'attention de la direction. Si la responsabilité ne se situait pas à un niveau élevé, la haute direction pourrait ne pas se considérer comme responsable en cas d'accident.

En réalité, les décisions de la haute direction ont souvent un impact sur la sécurité, la culture de la compagnie étant développée selon une approche descendante, « *top down* » ; si les plus hauts niveaux de la direction ne montrent guère d'intérêt pour la sécurité, la même attitude est susceptible de prévaloir chez les autres agents de la compagnie. Il est cependant difficile pour un cadre de haut niveau d'assumer dans une compagnie la responsabilité de la sécurité aéromédicale (contrairement à d'autres aspects de la sécurité), en partie à cause du caractère confidentiel et personnel des renseignements dont il s'agit et en partie parce que de nombreuses compagnies n'ont pas, au sein de leur personnel, l'expertise nécessaire pour assumer un tel rôle. Sans doute est-ce donc plus opportun que le médecin chef du service de délivrance des licences soit le « gestionnaire supérieur responsable » qui assume la responsabilité de la sécurité aéromédicale à l'échelon national.

Collecte et analyse des données de médecine aéronautique

De même que les cadres de haut niveau d'une compagnie ont besoin de renseignements exacts (concernant les coûts, les profits, le marketing, le personnel, etc.) sur lesquels baser les décisions en matière de gestion, un médecin chef qui est responsable au niveau national de la sécurité aéromédicale a besoin de données solides sur lesquelles baser une politique de médecine aéronautique. De telles données peuvent être obtenues à partir de trois sources principales : événements médicaux survenus en vol ; événements médicaux survenus entre des vols, mais qui auraient été graves s'ils étaient survenus en vol, et les états de santé physique ou mentale découverts par le médecin-examineur lors d'un examen médical régulier. Il incombe au médecin-chef d'utiliser ces données de médecine aéronautique, à côté d'informations pertinentes provenant de la littérature médicale en général, pour concevoir et mettre en œuvre des politiques appropriées de médecine aéronautique.

Événements médicaux survenant en vol : Lorsque l'on considère quelles données pourraient être utiles pour surveiller la sécurité aéromédicale, un bon point de départ serait d'inclure les événements aéromédicaux survenant en vol qui affectent l'équipage de conduite. Des renseignements précis concernant de tels événements peuvent être utiles tant pour les compagnies que pour les États, mais l'obtention de ces données se heurte encore à quelques difficultés importantes : a) un événement mineur pourrait ne pas être manifeste pour les passagers ou le personnel de cabine et il pourrait y avoir une tentation de ne pas le signaler si seul l'équipage de conduite en a connaissance ; b) l'équipage de conduite concerné pourrait craindre des répercussions négatives de la part de l'employeur ou du régulateur ; c) les formalités administratives concernant un tel événement peuvent être onéreuses ; d) les questions de confidentialité peuvent être un souci ; ou e) le rapport initial sera presque toujours établi par des membres d'équipage n'ayant pas, ou guère, de formation médicale, ce qui peut compromettre l'analyse ultérieure.

Une comparaison récente entre événements médicaux survenus en vol aux États-Unis et au Royaume-Uni a révélé que des événements médicaux relativement mineurs survenus en vol étaient signalés au service de délivrance des licences au Royaume-Uni dans une proportion quelque 40 fois plus élevée (55:1,3 par 10 millions d'heures de vol) qu'aux États-Unis (4,5). Il est possible que cette observation reflète une différence réelle entre pilotes des États-Unis et du Royaume-Uni en termes d'incidence d'événements médicaux mineurs survenus en vol, mais il semble plus probable que l'explication réside dans les différences entre les cultures de compte rendu aux États-Unis et au Royaume-Uni, avec une relative sous-communication dans le premier cas. Les mêmes études ont observé des taux de compte rendu similaires aux États-Unis et au Royaume-Uni pour des événements médicaux plus graves. Une analyse régulière par chaque État des événements survenus en vol et une comparaison des systèmes de compte rendu dans différents États seraient utiles pour aider à mieux comprendre les raisons de l'existence de telles différences.

Les efforts pour recueillir et analyser les données sur les événements médicaux survenus en vol peuvent aussi être entravés par l'absence d'un système de classement unique et largement accepté. Une incapacité causée par de la fumée ou des émanations peut être raisonnablement considérée comme ayant rapport avec la médecine, mais il n'y a habituellement guère de rapport entre de tels événements et l'aptitude au pilotage, déterminée par le médecin-examineur. De plus, il peut être nécessaire de procéder à une classification des événements avec des renseignements (médicaux) qui ne sont pas complets, ce qui introduit un élément d'erreur et de subjectivité. Idéalement, pour maximiser l'utilisation de l'analyse d'événements survenus en vol intéressant la médecine aéronautique, cette catégorisation devrait être effectuée par une personne qui comprend aussi bien le contexte de l'aviation que la médecine aéronautique.

Événements médicaux survenant entre les vols : Sachant que les pilotes professionnels passent en moyenne entre 5 et 10 % de leur temps en vol, noter les événements qui surviennent entre les vols augmenterait grandement la taille et l'utilité de toute base de données d'événements médicaux concernant les pilotes. Une analyse des états pathologiques qui apparaissent entre les examens réguliers serait particulièrement utile. Certains États exigent que les événements médicaux importants soient signalés à l'instance de réglementation après une certaine période, ceci constituant le fondement d'une base de données utile pour des états pathologiques qui pourraient apparaître, ou s'aggraver, entre les examens réguliers. De plus, les antécédents médicaux étant exigés à chaque examen médical régulier, il devrait être possible d'obtenir des données sur de tels événements, qui pourraient être analysées.

Renseignements provenant des examens médicaux réguliers : Il existe deux types de renseignements qui proviennent des examens réguliers : renseignements provenant des antécédents médicaux et constatations de l'examen (physiques et mentales, y compris toutes investigations, p.ex. électrocardiogramme). La littérature de médecine aéronautique contient peu d'études ayant tenté d'explorer la relation entre les états pathologiques identifiés lors d'examens médicaux périodiques réguliers et ceux qui sont cause d'événements médicaux survenant en vol. Les résultats d'une étude de ce type (6) ont donné à penser que les états pathologiques les plus susceptibles d'entraîner des événements médicaux en vol étaient habituellement observés pendant la période entre examens réguliers — ils n'étaient pas découverts lors de l'examen périodique par un médecin-examineur. Si tel est le cas, il semblerait important que le service de délivrance des licences veille à ce que le titulaire de licence sache quelles mesures prendre lorsqu'un tel événement se produit afin que la sécurité de vol ne soit pas compromise, et à ce que les informations nécessaires soient communiquées au médecin-examineur et au service de délivrance des licences.

Rendre compte des états pathologiques

Rendre compte d'incidents survenus en vol dans lesquels sont intervenues des erreurs opérationnelles peut créer la crainte de répercussions négatives. Une analogie peut être établie avec les événements médicaux, aussi bien en vol qu'au sol, car un titulaire de licence pourrait s'abstenir de communiquer des informations s'il pense que sa carrière risquerait d'être compromise s'il rendait compte d'un état pathologique. Or, des systèmes qui incitent à rendre compte des événements concernant la sécurité génèrent des renseignements qui peuvent être utilisés pour renforcer la sécurité.

Il est raisonnable de supposer que si des états pathologiques de titulaires de licence sont portés à la connaissance d'un service de délivrance des licences, il existe un potentiel d'amélioration de la sécurité. Il convient donc de s'efforcer d'encourager les titulaires de licence à communiquer ces renseignements. À cette fin, une instance de réglementation devrait avoir, dans le cadre de son régime de réglementation, un système équitable, transparent et cohérent, mis au point de concert avec les organismes représentatifs des titulaires de licence. Un tel système devrait être basé autant que possible sur des preuves de risque aéromédical et l'action dans les cas individuels devrait être proportionnée au risque individuel. Une telle approche pourrait inclure comme objectif officiellement formulé, figurant peut-être dans l'énoncé de mission d'un service médical de l'instance de réglementation, le but du retour des titulaires de licence à leur statut opérationnel lorsque c'est possible. L'expérience montre que ceci est souvent mentionné comme un but souhaitable dans les milieux de la médecine aéronautique, mais rarement énoncé officiellement.

Conclusions

Malgré le développement et l'acceptation d'une pratique factuelle, basée sur les éléments probants, dans la plupart des domaines de la médecine, nous en sommes toujours à utiliser systématiquement le plus bas niveau de preuve (avis d'experts, ne s'appuyant pas sur une étude systématique) pour la prise de décision en matière de réglementation aéromédicale. Souvent, de telles décisions ne sont pas basées sur l'acceptation explicite d'un certain niveau de risque aéromédical. Vu l'absence de lignes directrices concernant les niveaux de risque acceptables et vu le recours à l'avis d'experts pour les décisions aéromédicales individuelles, les décisions manquent de cohérence et les comparaisons entre États sont plus difficiles.

La prise de décisions cohérentes par les services de délivrance des licences, sur la base de preuves de haut niveau, est essentielle pour un avenir positif de la médecine aéronautique réglementaire. Une telle approche, si elle était appliquée par les différentes autorités de réglementation, aiderait à l'harmonisation globale des exigences d'aptitude médicale. Les principes de gestion de la sécurité peuvent être utilisés pour aider à atteindre ces objectifs. Pour promouvoir ces objectifs, plusieurs aspects du processus de médecine aéronautique devraient être revus et améliorés, en particulier :

1. Périodicité et contenu des examens médicaux réguliers. La périodicité et le contenu des examens médicaux périodiques devraient être ajustés pour mieux prendre en compte les facteurs démographique-médicaux des candidats et l'intérêt de leur état de santé physique et mentale en ce qui concerne la sécurité. Il pourrait être justifié, par exemple,

d'insister davantage sur l'alcool, les drogues et la santé mentale dans le cas des pilotes jeunes, tandis qu'il conviendrait de porter une attention accrue aux maladies cardiovasculaires à mesure que les pilotes avancent en âge.

2. Amélioration du compte rendu et de l'analyse des données d'examens médicaux. Peu de services de délivrance des licences recueillent les données des examens médicaux sous une forme se prêtant facilement à l'analyse et il y a un manque de données sur les états pathologiques présentant une importance aéromédicale qui sont découverts lors d'examens médicaux réguliers.
3. Amélioration des comptes rendus et de l'analyse des événements médicaux survenus en vol. Peu de services de délivrance des licences encouragent la communication de données aéromédicales sur les événements survenus en vol. Chez ceux qui le font, il est rare que les comptes rendus soient évalués systématiquement.
4. Appui pour de meilleurs comptes rendus par le développement d'une culture appropriée au niveau des compagnies et des autorités de réglementation. Une approche qui apporterait davantage de soutien aux titulaires de licence qui développent des problèmes médicaux devrait améliorer la fiabilité des données sur lesquelles sont basées les politiques aéromédicales, en encourageant à rendre compte des états pathologiques.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier Mary Margaret Schuck et D. Mauriño pour leur aide dans la révision de cet article.

Auteurs et leurs affiliations: Dr. Anthony D. B. Evans, Chef de la Section de médecine aéronautique, Organisation de l'aviation civile internationale, Montréal, Canada ; Dr. Dougal B. Watson, Médecin chef, *Civil Aviation Authority*, Wellington, Nouvelle-Zélande ; Dr. Sally A. Evans, Médecin chef, *Civil Aviation Authority*, Gatwick, Royaume-Uni ; Dr. John Hastings, Consultant senior en neurologie, *Federal Aviation Administration*, Oklahoma City, OK, États-Unis ; Dr. Jarnail Singh, Président, *Civil Aviation Medical Board*, *Civil Aviation Authority of Singapore*, Singapour ; Dr. Claude Thibeault, Conseiller médical, Association du transport aérien international, Montréal, Canada.

RÉFÉRENCES

1. Annexe 6 – *Exploitation technique des aéronefs*, à la Convention relative à l'aviation civile internationale, Amendement 30, novembre 2006. Montréal, Canada : Organisation de l'aviation civile internationale ; 2006 (<http://www.icao.int>).
2. Annexe 11 – *Services de la circulation aérienne*, à la Convention relative à l'aviation civile internationale, Amendement 45, novembre 2007. Montréal, Canada : Organisation de l'aviation civile internationale ; 2007 (<http://www.icao.int>).
3. Annexe 14 – *Aérodromes*, à la Convention relative à l'aviation civile internationale, Amendement 8, novembre 2006. Montréal, Canada : Organisation de l'aviation civile internationale ; 2006 (<http://www.icao.int>).
4. DeJohn CA, Wolbrink AM, Larcher JG. *In-flight medical incapacitation and impairment of United States airline pilots : 1993 to 1998*. Washington, DC: United States Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Office of Aero space Medicine ; October 2004. Report No. : DOT/FAA/AM-04/16.
5. Evans A. *In-flight incapacitation in United Kingdom public transport operations : incidence and causes 1990-1999* [Abstract]. Aerospace Medical Association 73rd Annual Scientific Meeting ; Montréal, Canada ; May 2002. Aviat Space Environ Med 2002 ; 73: 242.
6. Evans S, Radcliffe S. *The predictive value of periodic medical examinations of commercial pilots* [Abstract]. Aerospace Medical Association 77th Annual Scientific Meeting ; Orlando, FL ; May 2006. Aviat Space Environ Med 2006 ; 77: 222.
7. Hudson DE. *SSRI use in professional aircrew* [Abstract]. Aerospace Medical Association 73rd Annual Scientific Meeting ; Montréal, Canada ; Mai 2002. Aviat Space Environ. Med. 2002 ; 73 (3) : 244-245 .
8. Manuel de médecine aéronautique civile des Autorités conjointes de l'aviation. *The concept of aeromedical fitness. Joint aviation requirements – flight crew licensing (medical)*, Amendment 5. Hoofddorp, Pays-Bas : JAA ; décembre 2006.
9. Jones DR , Ireland RR . *Aeromedical regulation of aviators using selective serotonin reuptake inhibitors for depressive disorders*. Aviat. Space Environ. Med. 2004 ; 75: 461 – 70.
10. Mitchell SJ , Evans AD. *Flight safety and medical incapacitation risk of airline pilots*. Aviat. Space Environ. Med. 2004 ; 75: 260–8.
11. United Kingdom Civil Aviation Authority. *Global fatal accident review 1997 – 2006*, CAP 776. Extrait le 1^{er} août 2008 de <http://www.caa.co.uk/>
12. United Kingdom Office for National Statistics. *Key health statistics from general practice 1998*. Extrait le 3 août 2008 de <http://www.statistics.gov.uk/>
13. Watson DB . *Aeromedical decision-making : an evidence-based risk management paradigm*. Aviat. Space Environ. Med. 2005 ; 76 : 58–62.

14. Organisation mondiale de la santé, Genève. *Alcohol and injury in emergency departments : summary of the report from the WHO collaborative study on alcohol and injuries, 2007*. Extrait le 3 août 2008 de <http://www.who.int>.

15. Organisation mondiale de la santé, Genève. *Rapport sur la santé dans le monde, 2002*. Extrait le 3 août 2008 de <http://www.who.int/whr/2002/en/>.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 2. CONDITIONS MÉDICALES	I-2-1
2.1 Introduction	I-2-1
2.2 Conditions médicales générales.....	I-2-2
Contenu des examens médicaux	I-2-4
Questions concernant la santé mentale et le comportement à l'usage des médecins-examineurs..	I-2-6
2.3 Latitude d'application des conditions d'aptitude physique et mentale de l'Annexe 1	I-2-8
Exercice de la latitude d'application	I-2-8
Compensation de déficiences médicales et sécurité des vols.....	I-2-9
La société et l'individu	I-2-9
« Dérogations » et « latitude d'application »	I-2-10
Service de délivrance des licences et conclusions de médecins agréés.....	I-2-10
Restrictions annotées sur les licences.....	I-2-12
2.4 Procédures d'évaluation des cas limites	I-2-13
Épreuves médicales spéciales en vol	I-2-13
Compte rendu des épreuves en vol à des fins médicales	I-2-15
Supplément.	
Formulaire de demande pour une évaluation aéromédicale.....	I-2-16
Rapport d'examen médical.....	I-2-21

Chapitre 2

CONDITIONS MÉDICALES

2.1 INTRODUCTION

2.1.1 Deux principes de base sont essentiels lorsqu'il s'agit de déterminer l'aptitude physique et mentale d'un candidat à remplir des fonctions aéronautiques, comme il est spécifié au Chapitre 6 de l'Annexe 1, « Conditions médicales de délivrance des licences », à savoir que :

- a) le candidat doit être capable, physiquement et mentalement, de remplir les fonctions de la licence ou de la qualification dont il fait la demande ou dont il est déjà titulaire ;
- b) aucune raison médicale ne doit rendre le candidat susceptible d'incapacité¹ pendant l'exercice de ses fonctions.

2.1.2 Le principal objectif du *Manuel de médecine aéronautique civile* est de fournir des éléments indicatifs et de présenter des concepts sur la manière d'appliquer ces principes en évaluant des symptômes ou des signes qui apparaissent fréquemment lors des examens médicaux pour les licences aéronautiques, mais qui n'ont pas été traités en détail dans l'Annexe 1 ou ne peuvent l'être.

2.1.3 Il est envisagé aussi que ces éléments indicatifs aident à assurer une uniformité internationale dans la mise en œuvre des normes et pratiques recommandées.

2.1.4 Les deux principes de base mentionnés ci-dessus sont exposés de façon explicite au § 6.2.2 du Chapitre 6 de l'Annexe 1, qui est général et complet :

6.2.2 Conditions d'aptitude physique et mentale

Le candidat à l'obtention d'une attestation médicale d'une classe quelconque sera exempt :

- a) de toute anomalie, congénitale ou acquise ;
- b) de toute affection physique en évolution ou de caractère latent, aigu ou chronique ;
- c) de toute blessure, lésion ou séquelle d'opération ; ou
- d) de tout effet primaire ou secondaire de quelque médicament curatif ou préventif, d'ordonnance ou non, que ce soit, qui entraînerait un degré d'incapacité fonctionnelle susceptible de compromettre la sécurité d'un aéronef ou d'empêcher le candidat d'exercer ses fonctions avec sécurité.

Note.— L'emploi de plantes médicinales ou d'autres moyens de traitement alternatif doit faire l'objet d'une attention particulière en raison de possibles effets secondaires.

1 Incapacité: Dans le présent manuel, le terme « incapacité » signifie toute réduction de l'aptitude physique et/ou mentale à un degré ou d'une nature qui soit susceptible de compromettre la sécurité des vols.

2.1.5 Ce paragraphe expose le concept général de base de l'attestation médicale et fait état de toute anomalie, affection, blessure ou séquelle d'opération, et d'effets primaires ou secondaires de médicaments, qui « entraîneraient un degré d'incapacité fonctionnelle susceptible de compromettre la sécurité d'un aéronef ou d'empêcher le candidat d'exercer ses fonctions avec sécurité ».

2.1.6 Les conditions relatives aux attestations médicales sont traitées au Chapitre 6 de l'Annexe 1, sous les sous-titres suivants:

Sections 6.2.1 — Généralités et 6.2.2 — Conditions d'aptitude physique et mentale, traitant des questions de nature générale concernant la certification médicale, qui s'appliquent à la délivrance de tous les types de licences².

Section 6.2.3 — Conditions de test d'acuité visuelle, exposant en détail les exigences de tests d'acuité visuelle applicables à toutes les catégories de licences.

Section 6.2.4 — Conditions de perception des couleurs, exposant en détail les exigences générales de perception des couleurs applicables à toutes les catégories de licences.

Section 6.2.5 — Conditions des tests d'audition, exposant en détail les exigences générales d'audition applicables à toutes les catégories de licences.

Section 6.3 — Attestation médicale de classe 1, couvrant les questions applicables aux candidats à une « licence professionnelle » telle qu'une licence de pilote professionnel — avion ou hélicoptère, licence de pilote de ligne, avion ou hélicoptère, licence de pilote en équipage multiple, licence de mécanicien navigant ou licence de navigateur de bord.

Section 6.4 — Attestation médicale de classe 2, couvrant les questions applicables aux candidats à une licence de pilote privé — avion ou hélicoptère, licence de pilote de planeur, licence de pilote de ballon libre ou licence d'opérateur radio de bord.

Section 6.5 — Attestation médicale de classe 3, couvrant les questions applicables aux candidats à une licence de contrôleur de la circulation aérienne.

2.2 CONDITIONS MÉDICALES GÉNÉRALES

2.2.1 Les paragraphes d'introduction du Chapitre 6 de l'Annexe 1 indiquent les exigences médicales de caractère général en matière de délivrance des licences et s'appliquent à tous les types de licences, comme l'indiquent les extraits ci-après de l'Annexe :

Note 1.— Les normes et pratiques recommandées du présent chapitre ne peuvent être suffisamment détaillées pour couvrir par elles-mêmes tous les cas particuliers possibles. Il faut nécessairement que de nombreuses décisions relatives à l'appréciation de l'aptitude physique et mentale soient laissées au jugement de chaque médecin-examineur. Cette appréciation doit donc être fondée sur un examen médical mené dans son ensemble conformément aux plus hautes normes de qualité de la pratique médicale.

Note 2.— Les facteurs prédisposant à la maladie, tels que l'obésité et l'usage du tabac, peuvent être importants pour déterminer si une poursuite de l'évaluation ou de l'enquête est nécessaire dans un cas particulier.

² Dans le présent manuel, le terme « licence » s'applique à toute licence d'aviation pour laquelle des exigences médicales ont été établies.

Note 3.— Dans les cas où le candidat ne remplit pas totalement les exigences médicales, et dans les cas compliqués ou inhabituels, l'évaluation peut devoir être reportée et le cas présenté à un évaluateur médical du service de délivrance des licences pour évaluation finale. Dans de tels cas, il doit être tenu dûment compte, dans l'évaluation médicale, des privilèges attachés à la licence sollicitée ou détenue par le candidat, ainsi que des conditions dans lesquelles le titulaire de la licence exercera ces privilèges dans le cadre de ses fonctions.

Note 4.— L'attention est appelée sur la clause administrative du § 1.2.4.9, concernant les conclusions de médecins agréés.

Note 5.— Des éléments indicatifs destinés à aider les services de délivrance des licences et les médecins-examineurs sont publiés séparément dans le Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984). Ce document contient aussi une analyse des mots « susceptible » et « grave » utilisés dans le contexte des dispositions médicales figurant dans le présent chapitre.

Note 6.— Appliqués au processus d'évaluation médicale, les principes de base de gestion de la sécurité peuvent aider à assurer l'efficacité de l'utilisation des ressources médicales aéronautiques.

2.2.2 Les normes et pratiques recommandées établissent de manière aussi précise que possible les niveaux minimaux considérés acceptables, mais il est entendu qu'une certaine latitude d'interprétation doit souvent être exercée, à la discrétion du médecin-examineur ou de l'évaluateur médical. Les facteurs non médicaux importants à prendre en considération dans de tels cas sont l'âge et l'expérience du candidat, les privilèges de la licence ou de la qualification particulière dont il fait la demande ou dont il est déjà titulaire et les caractéristiques de l'environnement dans lequel ces privilèges seront exercés :

6.1.2 *Le candidat à la délivrance d'une attestation médicale devra fournir au médecin-examineur une déclaration, dont il attestera l'exactitude, sur ses antécédents médicaux personnels, familiaux et héréditaires. Il sera averti que sa déclaration doit être aussi complète et précise que possible. En cas de fausse déclaration, il sera fait application des dispositions du § 1.2.4.6.1.*

6.1.3 *Le médecin-examineur rendra compte au service de délivrance des licences de tous les cas où, à son avis, l'inaptitude du candidat à remplir l'une quelconque des conditions requises, qu'elle soit numérique ou autre, n'est pas d'une nature telle que l'exercice des privilèges de la licence sollicitée ou détenue compromette la sécurité aérienne (§ 1.2.4.9)*

6.1.4 *Le niveau d'aptitude physique et mentale à respecter en vue du renouvellement d'une attestation médicale sera le même que celui de l'attestation initiale, sauf indication contraire expresse.*

Note.— Les intervalles prescrits entre les examens médicaux périodiques en vue du renouvellement des attestations médicales sont indiqués au § 1.2.5.2.

2.2.3 L'objet de l'examen médical est de déterminer qu'il n'existe pas d'état de santé physique ou mentale qui pourrait réduire de manière significative l'aptitude médicale du candidat au cours de la période de validité de l'attestation médicale. Les exigences médicales de l'Annexe 1 ne traitent pas de considérations sociales ou de conditions médicales d'importance pour l'emploi. Néanmoins, lors de la délivrance d'une première attestation médicale, encourager un candidat à poursuivre une formation en vol ne serait pas une bonne pratique médicale si les conditions minimales de l'Annexe 1 n'étaient pas vraiment remplies, spécialement dans des cas où une dégradation ultérieure est à prévoir ou est susceptible de se produire. De même, ce ne serait pas une bonne pratique de ne tenir aucun compte des aspects préventifs de l'examen réglementaire pour un renouvellement.

2.2.4 À l'occasion d'examens médicaux ultérieurs, le service de délivrance des licences pourra souvent tenir compte de facteurs tels que les compétences et l'expérience, qui n'étaient pas présents lors de la demande initiale. Cependant, selon les dispositions de l'Annexe 1, le maintien de l'aptitude au vol lors d'un examen médical ultérieur n'est pas garanti par le fait que le candidat remplissait les conditions médicales lors d'un examen antérieur. Des renseignements médicaux sur une diminution de l'aptitude physique ou mentale, ou tout renseignement qui expliquerait davantage un état pathologique noté précédemment, doivent faire partie de la réévaluation périodique pour le renouvellement d'une attestation médicale, comme prévu au Chapitre 6 de l'Annexe 1. En 2009, des modifications ont été apportées aux dispositions médicales du Chapitre 6 de l'Annexe 1 pour insister davantage sur les aspects de santé mentale et la prévention des mauvais états de santé, spécialement dans le groupe des jeunes candidats à une licence de Classe 1.

Contenu des examens médicaux

6.3.1.2 Sauf indication contraire de la présente section, l'attestation médicale de classe 1 des titulaires des licences de pilote professionnel — aéronef à sustentation motorisée, avion, dirigeable ou hélicoptère, de pilote en équipage multiple — avion ou de pilote de ligne — aéronef à sustentation motorisée, avion ou hélicoptère, devra être renouvelée à des intervalles ne dépassant pas ceux qui sont spécifiés au § 1.2.5.2.

6.3.1.2.1 **Recommandation.**— *Il est recommandé que, tous les deux ans, dans le cas des candidats à une attestation médicale de classe 1 âgés de moins de 40 ans, le service de délivrance des licences, s'il le juge utile, permette aux médecins-examineurs de sauter certains points d'examen régulier liés à l'évaluation de l'aptitude physique tout en mettant davantage l'accent sur l'éducation sanitaire et la prévention des mauvais états de santé.*

Note.— *Le Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984) contient des indications à l'intention des services de délivrance des licences qui souhaitent insister moins sur la détection des troubles physiques et davantage sur l'éducation sanitaire et la prévention des mauvais états de santé dans le cas des candidats âgés de moins de 40 ans.*

2.2.5 Les candidats à une attestation médicale de classe 1 sont tenus de se soumettre chaque année à un examen médical, depuis le moment où ils commencent à voler jusqu'à ce qu'ils atteignent l'âge de 60 ans, après quoi la fréquence devient tous les six mois. Il est fait exception à cette disposition pour ceux qui effectuent des vols de transport de passagers en exploitation monopilote, qui devront passer un examen médical tous les six mois après l'âge de 40 ans. L'examen médical varie peu au cours de la carrière d'un pilote, quoique la fréquence des électrocardiogrammes augmente avec l'âge du pilote après l'ECG initial, d'abord comme recommandation (bisannuelle entre 30 et 50 ans), puis comme norme (annuelle à partir de 50 ans). L'OACI reconnaît donc l'accroissement du risque cardiovasculaire avec l'âge, observation qui a été faite dans de nombreux États contractants. Il y a cependant des différences entre États en ce qui concerne l'accroissement du risque cardiovasculaire avec l'âge.

2.2.6 Dans de nombreux pays occidentaux, la mortalité cardiovasculaire annuelle chez les hommes est de l'ordre de 1 % par an à l'âge de 70 ans, ce qui représente un accroissement du risque d'un facteur 100 depuis l'âge de 30 ans. De plus, le risque de développer d'autres maladies physiques telles que cancer, diabète ou épilepsie est très faible chez les jeunes adultes, mais augmente avec l'âge. Par ailleurs, les problèmes de santé mentale et de comportement, y compris ceux qui sont liés à l'usage de drogues et d'alcool, ne présentent pas un gradient aussi prononcé ; dans la population générale, ces catégories sont généralement plus fréquentes que les maladies physiques dans les groupes d'âge plus jeunes. Il semble donc approprié de tenir compte de la prévalence probable de différentes maladies dans la population de pilotes lorsque l'on considère le type d'examens périodiques réguliers qu'ils devraient subir. De plus, il est largement admis que, plus tard dans la vie, la maladie, tant physique que mentale, peut être retardée ou prévenue par des interventions à un stade précoce dans le style de vie (et, si nécessaire, par un traitement médical), et les pilotes professionnels représentent un groupe d'individus motivés qui ont un vif intérêt au maintien de la santé. Un recentrage des examens médicaux de jeunes pilotes sur des aspects préventifs encouragera donc la bonne santé et amènera des bénéfices, en termes de sécurité des vols, plus tard dans la carrière d'un pilote.

2.2.7 L'examen médical annuel pour la Classe 1 est peu susceptible de révéler un problème physique important chez les pilotes de moins de 40 ans, mais l'incidence des maladies physiques augmente généralement avec l'âge. Chez de jeunes candidats, il pourrait donc être envisagé d'omettre un an sur deux certains éléments de l'évaluation physique sans que cela porte atteinte de façon significative à la sécurité des vols. Cela permettrait de consacrer plus de temps aux aspects de santé mentale et aux aspects préventifs de santé physique.

2.2.8 La recommandation 6.3.1.2.1 encourage les autorités de délivrance des licences à omettre certains éléments de l'examen physique une année sur deux pour les candidats de moins de 40 ans, afin que le médecin-examineur passe plus de temps à discuter de questions médicales d'un point de vue éducatif avec un candidat de ce groupe d'âge. Un service de délivrance des licences pourrait cependant souhaiter, par exemple, procéder chaque année à une évaluation de la vision afin d'identifier les candidats auxquels le port de verres correcteurs, ou une modification de leur prescription, serait profitable, l'erreur de réfraction pouvant changer avec le temps. De même, le poids corporel devrait être vérifié chaque année chez la plupart des candidats.

2.2.9 Un examen du cœur et des poumons, par exemple, et le contrôle de la tension artérielle et de l'urine, ne sont peut-être pas nécessaires chaque année chez tous les pilotes de moins de 40 ans — un examen tous les deux ans devrait être suffisant. Cela n'exclut pas que l'autorité de délivrance des licences puisse exiger des contrôles plus fréquents chez ceux dont on sait qu'ils courent un risque accru. Si le contenu de l'examen physique est réduit une année sur deux, cela libère du temps pour discuter de certains aspects qui pourraient, à long terme (c.-à-d. à plus long terme que la période de validité d'une attestation médicale), améliorer la santé du pilote, et donc la sécurité des vols.

2.2.10 Deux aspects méritent particulièrement d'être pris en considération. Le premier concerne la préservation de la santé physique. Les facteurs en sont bien connus. Des facteurs tels que le régime alimentaire, l'exercice, le tabagisme, le poids, etc. et leurs effets sur la santé, que tous les médecins-examineurs devraient bien connaître, peuvent être discutés avec le candidat à la lumière de circonstances qui lui sont propres, telles que les antécédents familiaux en matière de santé, le poids ou la pratique d'exercice physique. Les autorités de délivrance des licences sont encouragées à donner des orientations aux médecins-examineurs désignés au sujet de ces facteurs de maintien de la santé.

2.2.11 Le second de ces aspects concerne la santé mentale et l'usage de substances psychoactives. Le *Manuel sur la prévention de l'usage de substances posant problème sur les lieux de travail en aviation* (Doc 9654) de l'OACI donne des éléments d'orientation sur la prévention de l'usage problématique de substances ; à part cela, on ne trouve guère d'éléments d'orientation dans ce domaine de la médecine aéronautique. À la demande de l'OACI, un petit groupe d'experts a examiné les éléments de preuve de l'utilité d'aborder certains sujets avec les candidats en leur posant des questions particulières. Des études de la population générale ont démontré qu'une intervention précoce permet de réduire ou de prévenir certaines maladies mentales et certains types d'usage de substances psychoactives posant problème, avant que la situation ne se soit dégradée à tel point que la santé d'un candidat à une licence ou son aptitude physique et mentale au vol soit compromise. Cette question est abordée ci-dessous dans une section distincte, avec des éléments indicatifs.

2.2.12 Par le passé, l'examen médical périodique a été focalisé sur la détection d'états pathologiques, l'accent étant mis quasi exclusivement sur la détection d'états physiques pathologiques qui pourraient constituer une menace pour la sécurité des vols au cours de la période de validité de l'attestation médicale à délivrer. Le rôle primordial du médecin-examineur était donc de déceler des états significatifs susceptibles d'être cause d'incapacité à relativement court terme. Le rôle d'éducateur du médecin-examineur ne faisait pas officiellement partie du processus, quoique de nombreux examineurs aient considéré cette tâche comme faisant naturellement partie du rôle de tout médecin qui procède à un examen médical. Le rôle du médecin-examineur dans la détermination de l'aptitude physique et mentale des pilotes de tous les groupes d'âge va se poursuivre, mais une opportunité de préserver à long terme la santé du candidat ainsi que d'améliorer la sécurité des vols se présente du fait du bas niveau de pathologie physique rencontré dans le plus jeune groupe d'âge. Une opinion, parfois mise en avant par les pilotes ou leurs organisations, est que cela n'est pas réglementairement le rôle du médecin-examineur, mais une telle attitude ne tient pas compte du fait que des conseils préventifs sont bénéfiques pour la sécurité des vols tout en étant dans l'intérêt personnel des pilotes. Le médecin-examineur est particulièrement bien placé pour offrir ce service, et l'expérience montre que la plupart des pilotes sont peu susceptibles de rechercher ailleurs de tels conseils.

2.2.13 Réduire l'accent mis sur l'examen physique chez les candidats de classe 1 de moins de 40 ans dégage du temps pour se focaliser sur des aspects non physiques de la santé, de manière non menaçante et sans inconvénients ni coûts supplémentaires pour le candidat.

2.2.14 Certains médecins-examineurs peuvent se sentir mal à l'aise à l'idée d'omettre une année sur deux certaines parties de l'examen physique, estimant que l'examen des systèmes et appareils de l'organisme mène tout naturellement à parler de la prévention des états pathologiques en rapport avec les systèmes et appareils examinés. Ils peuvent donc préférer continuer de procéder à un examen physique complet à chaque renouvellement, pour d'autres raisons que la détection de maladies physiques.

Questions concernant la santé mentale et le comportement à l'usage des médecins-examineurs

2.2.15 Comme il existe des preuves de ce que plusieurs accidents d'aviation mortels ont eu pour cause des désordres psychiatriques ou l'usage inapproprié de substances psychoactives, il est raisonnable que des questions portant sur de tels problèmes soient posées dans le cadre de l'examen médical périodique en aviation. Peu d'éléments d'orientation ont été fournis en ce qui concerne la manière dont de tels aspects pourraient être abordés lors de l'examen médical périodique, quoique des médecins-examineurs expérimentés les aient souvent inclus spontanément et de façon informelle dans leur évaluation des candidats. De plus, le nombre des pathologies médicales autres que physiques qui peuvent affecter la santé de pilotes et pourraient mener à une inaptitude à long terme chez des pilotes d'âge moyen semble aller en s'accroissant. Il a été montré que les pathologies visées par les questions proposées pouvaient faire l'objet d'une prévention avant qu'elles évoluent en graves problèmes de santé et qu'il y ait des incidences sur l'aptitude au vol du pilote.

2.2.16 Il existe divers questionnaires, de différents degrés de complexité, pour évaluer la santé mentale d'une personne et les aspects comportementaux de sa santé. Les questions ci-dessous peuvent servir à promouvoir un entretien pertinent entre médecin-examineur et pilote. Pour encourager le dialogue, il est recommandé qu'aucun compte rendu écrit de la conversation ne soit conservé (à part une mention indiquant que les questions de santé mentale et de comportement ont été discutées), à moins que ne soit découvert un problème présentant un risque immédiat pour la sécurité des vols — ceci devant être clairement indiqué au pilote au début de l'entretien, ce qui augmentera la probabilité d'une discussion franche. Il est à prévoir que ce n'est que rarement que le médecin-examineur aura à envisager quelque mesure formelle pour protéger la sécurité des vols à la lumière de la réponse à de telles questions, le but principal étant de découvrir des modes de comportement ou des aspects mentaux susceptibles d'être modifiés avant qu'ils deviennent assez graves pour affecter l'aptitude physique ou mentale.

2.2.17 Les questions suggérées portent sur les états de santé les plus courants dans la tranche d'âge des pilotes professionnels et sur ceux qui sont le plus susceptibles d'affecter la performance dans le poste de pilotage. Les statistiques montrent que, dans ce contexte, les principaux troubles psychiatriques sont les troubles de l'humeur et certains troubles d'anxiété, spécialement des épisodes de panique. De plus, dans de nombreux États contractants, une consommation excessive d'alcool et l'usage de drogues illicites sont de plus en plus fréquents dans la population générale, et les pilotes ne sont pas immunisés contre de telles pressions sociales. Des questions ont été mises au point pour aborder également ces problèmes.

2.2.18 Lors de l'élaboration des questions, la littérature a été passée en revue par des spécialistes en la matière, en vue de choisir des questions simples auxquelles il pourra être répondu rapidement. Dans leur grande majorité, les pilotes répondront négativement à toutes les questions, et il ne sera pas nécessaire de demander à des pilotes n'ayant pas de problèmes pertinents de répondre à un long questionnaire de dépistage. Ceux qui répondront positivement, ou avec incertitude, pourront être amenés à un dialogue plus poussé avec le médecin-examineur. Le but est d'encourager les pilotes à considérer leur style de vie et à améliorer ainsi leurs perspectives de rester en bonne santé mentale au cours de leur carrière ; ceci implique évidemment que l'usage problématique de substances psychoactives soit évité. Occasionnellement, le médecin-examineur pourra découvrir des états appelant une prise en charge médicale, voire un traitement ; il est important de les déceler à un stade précoce, avant qu'ils deviennent des problèmes graves et qu'ils aient des incidences à long terme sur l'aptitude physique et mentale du pilote et la sécurité des vols.

2.2.19 Les questions ci-dessous ne sont peut-être pas les plus appropriées pour les populations de pilotes de tous les États, mais elles offrent des orientations — un point de départ — pour les États qui entendent mettre en œuvre la recommandation 6.3.1.2.1 et souhaitent développer une approche incluant ces aspects importants de l'aptitude physique et mentale.

2.2.20 Les questions ne doivent pas nécessairement être posées verbalement par le médecin-examineur, mais elles pourraient, par exemple, être données à lire au candidat avant l'examen.

Questions suggérées en rapport avec la dépression :

- 1) Au cours des trois derniers mois, vous êtes-vous souvent senti découragé, déprimé ou désespéré ?
- 2) Au cours des trois derniers mois, vous êtes-vous souvent senti perturbé de ressentir peu d'intérêt ou de plaisir à exercer vos activités ?
- 3) Au cours des trois derniers mois, avez-vous été perturbé par des problèmes de sommeil — vous endormir, rester endormi ou dormir trop longtemps — sans rapport avec une perturbation du sommeil par le vol de nuit ou le décalage horaire ?
- 4) Au cours des trois derniers mois, avez-vous nettement ressenti de l'euphorie pendant plus d'une semaine ?

Questions suggérées en rapport avec une crise d'anxiété/de panique :

- 1) Au cours des trois derniers mois, avez-vous connu un épisode où vous ressentiez soudain de l'anxiété, de l'inquiétude ou un malaise ?
- 2) Au cours des trois derniers mois, avez-vous éprouvé des sensations d'essoufflement, de palpitations (battements cardiaques accélérés) ou de tremblements, au repos et sans raison valable ?
- 3) Au cours de l'année écoulée, avez-vous dû demander des conseils médicaux d'urgence pour cause d'anxiété ?

Questions suggérées en rapport avec la consommation d'alcool :

- 1) Avez-vous déjà senti que vous devriez réduire votre consommation d'alcool ?
- 2) Certains vous ont-ils fâché en critiquant votre consommation d'alcool ?
- 3) Avez-vous déjà éprouvé un sentiment de culpabilité en buvant ?
- 4) Avez-vous déjà eu besoin de prendre un verre en vous levant le matin ?
- 5) Normalement, combien de boissons alcoolisées consommez-vous par semaine ?
- 6) Lorsque vous en consommez, combien de boissons alcoolisées consommez-vous généralement par jour ?

Questions suggérées en rapport avec l'usage de médicaments :

- 1) Avez-vous déjà pris d'autres médicaments que ceux prescrits pour raisons médicales ?
- 2) Quels médicaments sans ordonnance (en vente libre) avez-vous consommés ? Quand en avez-vous consommé pour la dernière fois ?

Lectures plus poussées à propos des questions suggérées aux médecins-examineurs

- 1) Fiellen, D.A., et al., « Screening for alcohol problems in primary care: a systematic review », *Archives of Internal Medicine*, 2000; Vol. 160, n° 13, pp. 1977-1989.
- 2) *Manuel sur la prévention de l'usage de substances posant problème sur les lieux de travail en aviation*, (Doc 9654), Organisation de l'aviation civile internationale, Montréal, Canada, 1995.

- 3) Means-Christensen, A.J., et al., « Using five questions to screen for five common mental disorders in primary care: diagnostic accuracy of the Anxiety and Depression Detector », *General Hospital Psychiatry*, mars-avril 2006, Vol. 28, n° 2, pp.108-18.
- 4) National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism, *Alcohol Alert*, 2002.
À consulter sur <http://pubs.niaaa.nih.gov/publications/aa56.htm>.
- 5) « Welcome to the Drug Abuse Screening Test (DAST) », Counselling Resource
À consulter sur <http://counsellingresource.com/quizzes/drug-abuse/index.html>
- 6) Whooley, M.A., et al., « Case-finding Instruments for Depression. Two questions are as good as many », *Journal of General Internal Medicine*, juillet 1997, Vol. 12, n° 7, pp. 439-445.

2.3 LATITUDE D'APPLICATION DES CONDITIONS D'APTITUDE PHYSIQUE ET MENTALE DE L'ANNEXE 1

2.3.1 La plage de variation entre individus est telle que des normes médicales trop rigides, si elles sont établies, élimineront inévitablement un certain nombre de candidats qui, même s'ils ne satisfont pas aux normes à tous égards, pourraient néanmoins être jugés capables de remplir sans danger des fonctions aéronautiques. Étant donné qu'il est stipulé dans la Convention de Chicago que les États contractants ont la responsabilité d'encourager le développement sûr et ordonné de l'aviation, et de la réglementer, l'Annexe 1 prévoit l'exercice d'un certain degré de « latitude » dans l'application des normes médicales, pour réduire le plus possible les risques de difficultés et d'injustice. Il est essentiel pour le maintien de la sécurité aérienne que cette latitude soit exercée de manière raisonnablement uniforme dans tous les États contractants, afin que les licences continuent d'être acceptées à l'échelon international. Par le passé, les États ont exercé cette latitude de manière très variable. L'application des principes énoncés dans le présent chapitre améliorera l'uniformité dans l'exercice de cette latitude.

Exercice de la latitude d'application

1.2.4.9 Si le candidat ne satisfait pas aux conditions médicales du Chapitre 6 pour une licence donnée, l'attestation médicale ne sera délivrée ou renouvelée que si les conditions suivantes sont remplies :

- a) les conclusions de médecins agréés montrent que, dans des circonstances spéciales, l'inaptitude du candidat à remplir l'une ou l'autre des conditions requises, qu'elle soit numérique ou autre, est telle que l'exercice des privilèges afférents à la licence demandée n'est pas de nature à compromettre la sécurité aérienne ;
- b) il a été dûment tenu compte de l'habileté, des aptitudes et de l'expérience du candidat ainsi que des conditions d'exploitation ;
- c) la licence porte mention de la restriction ou des restrictions nécessaires dans le cas où l'accomplissement sûr des fonctions du titulaire dépend du respect de ladite restriction ou desdites restrictions.

2.3.2 En acceptant un certain degré de latitude, il ne faut pas créer une situation où cette latitude devienne la règle plutôt que l'exception. Les dispositions du § 1.2.4.9 de l'Annexe 1 ont été rédigées de manière à indiquer clairement que cette latitude ne peut être exercée que dans des cas d'exception. S'il en était autrement, on risquerait d'approuver automatiquement les demandes d'individus qui ne remplissent pas des conditions d'aptitude physique et mentale précises, telles que les normes visuelles, ce qui irait à l'encontre de l'objectif premier de la latitude. Quand il apparaît que celle-ci est trop souvent exercée, le bien-fondé des règlements définissant les conditions d'aptitude physique et mentale est mis en doute et l'on peut alors se demander si les conditions prescrites sont bien adaptées aux exigences de la sécurité aérienne. Cependant, lorsque la décision d'exercer cette latitude est confirmée par les conclusions de médecins agréés, cela indique qu'elle n'a pas été prise automatiquement, mais résulte d'un examen et d'une évaluation de tous les faits médicaux pertinents et de leur incidence sur la manière dont le candidat exécutera ses tâches. Le degré et l'intensité de

l'examen qui précède chaque décision témoignent de la mesure dans laquelle les principes sous-jacents à la clause de latitude ont été respectés.

2.3.3 L'exercice équitable et sans danger de la latitude d'application devrait se limiter aux cas exceptionnels. Son bien-fondé sera fonction de l'expertise de ceux qui sont chargés d'appliquer le § 1.2.4.9 de l'Annexe 1. C'est pourquoi la notion de « conclusions de médecins agréés » est fondamentale ; selon l'Annexe 1, ces conclusions sont « les conclusions d'un ou plusieurs experts agréés par le service de délivrance des licences pour connaître du cas examiné, en consultation avec des spécialistes de l'exploitation aérienne ou tous autres experts dont l'avis est nécessaire ». Il est extrêmement difficile d'estimer le risque que le candidat fait courir à l'exploitation aérienne et au public, et il est souvent nécessaire, pour bien l'évaluer, d'avoir recours à des experts de divers domaines de la médecine et de l'aviation. Les décisions relatives à la délivrance des licences du personnel devraient toujours être fondées sur le principe selon lequel l'intérêt public et la sécurité priment dans tous les cas.

Compensation de déficiences médicales et sécurité des vols

2.3.4 Lorsque le candidat souffre d'une déficience médicale, le facteur déterminant est la mesure dans laquelle la sécurité des vols est affectée, et non la mesure dans laquelle l'impossibilité de satisfaire aux conditions médicales peut être compensée. Dans certains cas, la compensation des déficiences ne sera même pas envisagée, par exemple lorsque le candidat risque d'être frappé d'incapacité totale soudaine, et non de se trouver dans l'incapacité de s'acquitter physiquement d'une tâche qui lui est confiée. Dans d'autres cas, la possibilité de compenser une insuffisance, orthopédique par exemple, peut constituer un facteur important de l'évaluation globale de l'effet sur la sécurité des vols. De même, l'habileté et l'expérience acquise précédemment peuvent, selon le cas, soit ne jouer aucun rôle, soit être importantes pour l'évaluation globale du risque pour la sécurité.

La société et l'individu

2.3.5 De nombreuses sociétés ont une notion des droits de l'individu telle que l'individu peut, si l'exercice de ces droits ne met pas en danger la sécurité publique, décider d'encourir ou non un risque personnel. Dans le contexte de l'aviation, le droit qu'a l'individu de courir un tel risque personnel est rarement acceptable, l'exercice de ce droit risquant de nuire à la sécurité des vols ou à la sécurité publique. Une exception possible peut être le pilote privé qui n'emporte pas de passagers et vole dans une zone isolée.

2.3.6 Les progrès des connaissances et des capacités techniques sont extrêmement rapides, tant en médecine qu'en aviation. L'évaluateur médical et ses conseillers doivent avoir connaissance de ces avancées lorsqu'ils prennent leurs décisions, mais ils doivent éviter de donner l'impression d'acquiescer de l'expérience par tâtonnements dans l'application de la norme relative à la latitude d'application. Les normes et pratiques recommandées de l'Annexe 1 ne sont pas éternelles et peuvent être amendées par les moyens constitutionnels à l'OACI lorsque cela se révèle nécessaire. Elles doivent être respectées tant qu'elles sont en vigueur, à moins qu'il ne puisse être démontré que l'exercice de la latitude autorisée n'entraîne aucun danger et qu'un individu souffrirait d'une grave injustice si elle n'était pas exercée.

2.3.7 Selon les dispositions de l'Annexe 1, des évaluations différentes sont permises et possibles si les différents niveaux de besoins sont définis en fonction des tâches prévues et de la catégorie d'aviation en cause. Dans la société, les préoccupations en matière de sécurité aérienne varient en fonction des contacts de chacun avec le transport aérien. Ceux qui voyagent comme passagers payants à bord d'avions de transporteurs aériens commerciaux, ceux qui voyagent à bord d'avions privés, ceux dont la fonction principale concerne le contrôle au sol et les mouvements des aéronefs et ceux dont les propriétés sont survolées se soucient tous de la sécurité, mais pour des raisons différentes. Le taux d'accidents de l'aviation commerciale, bien que faible, provoque auprès du public des craintes tout à fait hors de proportion avec l'apathie apparente dont il fait preuve à l'égard des accidents de la route. Le public exige automatiquement de ceux qui exploitent le transport aérien des services et une efficacité de la plus haute qualité possible. Cela est compréhensible lorsque l'on songe que le passager individuel ne peut en général exercer aucun choix, ni négocier, en ce qui concerne l'avion,

l'équipage de conduite ou la route que suivra son avion. Les exploitants de transport aérien ont accepté la responsabilité d'assurer tous leurs services dans des conditions de sécurité maximale, et le public ne laisse jamais passer le moindre signe de relâchement dans l'exercice de cette responsabilité. Ne fût-ce que pour cette raison, il faut veiller à ce que les règlements appliqués par les États contractants répondent à cet objectif et à ce que les exceptions envisagées aux termes d'une norme telle que celle du § 1.2.4.9 de l'Annexe 1 ne puissent être accordées qu'en tenant pleinement compte des impératifs de la sécurité aérienne, dans son contexte le plus large.

« Dérogations » et « latitude d'application »

2.3.8 Le paragraphe 1.2.4.9 de l'Annexe 1 est une norme, mais il est souvent qualifié de « clause dérogatoire », et le terme « dérogation médicale » est généralement accepté dans le contexte de la certification médicale et de la délivrance des licences. L'emploi du terme « dérogation », qui signifie en langage juridique « action de contrevenir à une exigence », et du verbe « déroger », défini comme « enfreindre », « ne pas tenir compte de, transgresser », « s'abstenir d'appliquer ou de faire appliquer (une règle, etc.) » ou « faire une exception », est inapproprié dans ce contexte.

2.3.9 En fait, l'exercice correct de la « latitude d'application » décrite au § 1.2.4.9 est tout à fait à l'opposé d'une « dérogation », la décision d'appliquer cette clause n'étant prise qu'à l'issue d'une analyse critique du cas de l'intéressé, analyse qui peut éventuellement prévoir un examen personnel approfondi, ainsi que des délibérations de ceux qui formulent les « conclusions de médecins agréés » et la décision du service de délivrance des licences. L'objet du § 1.2.4.9 de l'Annexe 1 n'est pas d'autoriser à passer sous silence une déficience ou une contradiction dans les renseignements fournis, mais d'établir le fait que, en autorisant un individu donné à exercer les privilèges d'une licence – tout en imposant éventuellement certaines restrictions à ses activités –, l'on ne prend pas une décision incompatible avec les besoins de la sécurité aérienne. La délivrance d'une licence sur la base d'une attestation médicale à la suite d'une conclusion de médecins agréés, selon les dispositions du § 1.2.4.9, ne constitue donc pas un écart par rapport aux normes et pratiques recommandées, et il n'est pas exigé d'annotation sur la licence aux termes de l'article 39 b) de la Convention relative à l'aviation civile internationale.

Service de délivrance des licences et conclusions de médecins agréés

1.2.4.5 Les États contractants désigneront des médecins-examineurs qualifiés, admis à l'exercice légal de la médecine, pour procéder aux examens médicaux d'aptitude des candidats en vue de la délivrance ou du renouvellement des licences ou des qualifications spécifiées aux Chapitres 2 et 3, ainsi que des licences appropriées spécifiées au Chapitre 4.

1.2.4.5.1 Les médecins-examineurs auront reçu une formation en médecine aéronautique et recevront une formation de recyclage à intervalles réguliers. Avant d'être nommés, ils démontreront qu'ils possèdent une compétence suffisante en médecine aéronautique.

1.2.4.5.2 Les médecins-examineurs auront une connaissance et une expérience pratiques des conditions dans lesquelles les titulaires de licences et de qualifications exercent leurs fonctions.

Note.— Une expérience en vol ou en simulateur, l'observation sur place ou toute autre expérience pratique que le service de délivrance des licences juge conforme à cette disposition sont des exemples de connaissance et d'expérience pratiques.

1.2.4.5.3 **Recommandation.**— *Il est recommandé que la compétence d'un médecin-examineur soit évaluée périodiquement par l'évaluateur médical.*

...

1.2.4.8 Les États contractants feront appel aux services d'évaluateurs médicaux pour évaluer des rapports soumis aux services de délivrance des licences par les médecins-examineurs.

1.2.4.8.1 Le médecin-examineur sera tenu de fournir au service de délivrance des licences des renseignements suffisants pour lui permettre d'effectuer des audits des attestations médicales.

Note.— Le but de ces audits est de s'assurer que les médecins examinateurs respectent les normes pertinentes de bonne pratique médicale et d'évaluation du risque aéromédical. Le Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984) contient des éléments indicatifs sur l'évaluation du risque aéromédical.

2.3.10 Les médecins examinateurs désignés par les États contractants sont autorisés à procéder à des examens pour l'évaluation de l'aptitude physique et mentale des candidats. Lorsque les conditions médicales ne sont pas remplies, il incombe au service de délivrance des licences intéressé de prendre toutes mesures appropriées. Le médecin-examineur est tenu d'exercer son jugement clinique en procédant à une étude approfondie des antécédents du candidat et en lui faisant passer un examen médical détaillé. Il doit signaler au service de délivrance des licences tout cas particulier où, à son avis, le fait que le candidat ne remplisse pas les conditions médicales ne compromet pas la sécurité, compte tenu des capacités, de l'habileté et de l'expérience qu'il peut avoir. C'est au service de délivrance des licences, responsable en dernière analyse de la sécurité aérienne, qu'il incombe de prendre la décision finale. Ou bien ce service comprend une section de médecine aéronautique avec des conseillers médicaux permanents — les évaluateurs médicaux —, ou bien il dispose de mécanismes administratifs lui permettant d'obtenir, sur des cas d'espèce, des avis d'experts en médecine aéronautique de la part de conseillers médicaux extérieurs. L'une ou l'autre de ces méthodes respecte les spécifications du § 1.2.4.8 de l'Annexe 1 et permet d'obtenir les « conclusions de médecins agréés » définies au § 1.2.4.9 de l'Annexe 1. La décision d'un service de délivrance des licences de se prévaloir de la norme de l'Annexe 1 relative à la « latitude » devrait être documentée dans chaque cas d'espèce et devrait montrer comment ce service est parvenu à une certaine décision en se fondant sur les conclusions de médecins agréés.

2.3.11 Pour formuler sa décision, le service doit souvent puiser à d'autres sources d'information, en consultant notamment les supérieurs, les employeurs, le médecin de famille et, parfois, les membres de la famille du candidat.

2.3.12 Les procédures normalisées d'examen médical fournissent habituellement toutes les données dont le médecin-examineur ou l'évaluateur médical a besoin pour prendre une décision au sujet de l'aptitude physique et mentale du candidat, mais il arrive que des épreuves plus complexes soient nécessaires pour lui permettre de prendre une décision bien informée. La nature des examens spéciaux peut, dans une très large mesure, être déterminée par le spécialiste chargé de procéder à l'examen médical, généralement de concert avec l'évaluateur médical du service de délivrance des licences.

2.3.13 Lorsque c'est possible, le risque d'une incapacité en vol causée par un état physique ou mental existant et diagnostiqué devrait être estimé comme un risque exprimé en pourcentage annuel. Ceci est particulièrement important lorsqu'un avis médical est recherché auprès de médecins spécialistes n'ayant pas de formation ni d'expérience en médecine aéronautique. Dans de tels cas, tout devrait être mis en œuvre pour que l'évaluation du spécialiste soit exprimée sous la forme d'un pourcentage annuel de risque de rechute, d'aggravation, etc.

2.3.14 Il n'est pas toujours facile d'exprimer en chiffres le risque d'incapacité en vol, en particulier pour des pathologies qui ne sont pas courantes ; pour un certain nombre de pathologies, telles que certaines maladies cardiovasculaires, il existe cependant de bonnes données concernant le risque d'événement futur connexe. De nombreux États ont déterminé un risque maximal acceptable d'incapacité de 1 % par an pour un pilote professionnel d'avion piloté en équipage multiple. Certains États acceptent un risque maximal de 2 %. Lorsque c'est possible, l'OACI encourage à utiliser une évaluation de risque objective pour les décisions aéromédicales relatives à l'aptitude, car cela reconnaît le fait que le risque zéro est irréalisable et donne un repère qui protège la sécurité des vols, tout en étant équitable et transparent pour le pilote concerné. Un niveau de risque acceptable peut être déterminé par une instance de réglementation, en collaboration avec les organismes représentant les pilotes, ce qui permet à la communauté des pilotes de faire entendre sa voix dans le processus décisionnel. L'adoption généralisée d'une telle approche améliorerait l'harmonisation mondiale des décisions aéromédicales. Dans le présent manuel, un risque d'incapacité ne dépassant pas 1 % par an a été pris comme base pour établir des orientations sur l'aptitude physique et mentale pour les pilotes professionnels d'avions à plusieurs pilotes. C'est un chiffre relativement prudent, et des États habitués à ces évaluations de risque pourraient

prendre pour repère un chiffre plus élevé. Pour des États qui ne sont pas habitués à une telle approche, la « règle du 1 % » est cependant raisonnable. Il en sera question de manière plus approfondie au Chapitre 3 de cette Partie I.

2.3.15 La démonstration de l'existence d'une réserve fonctionnelle serait un indice de son importance dans le pronostic lorsque la déficience est considérée comme étant relativement statique et non sujette à une dégradation soudaine ou insidieuse.

2.3.16 Le service de délivrance des licences devrait disposer, en propre ou par voie d'arrangements, de moyens lui permettant de procéder à des épreuves pratiques spéciales. Il pourrait s'agir, par exemple, de procéder à une vérification médicale en vol pour permettre à un amputé de démontrer qu'il s'est adapté avec habileté et compétence à l'usage d'une prothèse. Si ce candidat était titulaire d'une licence avant l'amputation, il serait avantageux que la vérification soit faite à bord d'un type d'avion qu'il connaît bien. Une fois la compétence démontrée en vol, il pourrait être nécessaire de limiter le candidat au pilotage du type d'aéronef sur lequel il l'a prouvée.

2.3.17 Des vols médicaux ou d'autres épreuves pratiques pourront être utilisés dans de nombreuses circonstances, notamment pour des candidats souffrant de certaines déficiences de la vision (p. ex. monocularité) ou de l'audition. Dans de tels cas, la présence d'un pilote médicalement qualifié à bord de l'avion qui sert à la vérification pourra augmenter grandement la valeur des comptes rendus qui seront établis.

Restrictions annotées sur les licences

2.3.18 Il est à noter que l'Annexe 1 permet que des normes médicales se rapportent aux tâches particulières que le titulaire d'une licence pourra être appelé à entreprendre. Ceci ressort de diverses dispositions de l'Annexe où il est question de la sécurité du pilotage d'un aéronef ou de l'accomplissement des fonctions lorsque les privilèges de la licence sont exercés. C'est ainsi qu'un candidat déclaré inapte à une tâche pourrait être trouvé apte à une autre tâche, et qu'il peut être envisagé qu'un service de délivrance des licences décide qu'un candidat ne soit pas autorisé à voler comme pilote, tout en étant jugé capable d'exercer en sécurité les privilèges d'une licence de mécanicien navigant.

2.3.19 Il est évident que de nombreuses restrictions opérationnelles de ce genre sont possibles, mais elles ne devraient être appliquées qu'après consultation d'experts de l'exploitation aérienne. Un candidat pourrait être déclaré apte à piloter un avion sous supervision, ou en qualité de copilote, mais non en qualité de pilote commandant de bord. Dans des cas où un pronostic ne peut être formulé avec le degré de certitude nécessaire, tout risque potentiel pour la sécurité des vols pourrait être atténué dans l'aviation générale, où la présence de deux pilotes n'est normalement pas exigée, par une limitation au vol sans passagers, en dehors de l'espace aérien contrôlé ou avec un « pilote de secours ». Celui-ci devrait être suffisamment informé du problème médical ayant donné lieu à la restriction « valable seulement avec un pilote de secours ». De plus, l'intéressé devra être capable d'intervenir comme pilote commandant de bord en cas d'urgence. En aviation commerciale, une limitation aux opérations en équipage multiple peut jouer un rôle semblable. De cette manière, il est souvent possible de faire place en aviation à des personnes à qui une licence serait autrement refusée, en apportant des restrictions à leur licence ou en limitant leurs fonctions, atténuant ainsi le risque pour la sécurité des vols, tout en mettant à profit leur expérience.

1.2.5.2.1 La période de validité d'une attestation médicale peut être réduite lorsque cela est indiqué du point de vue clinique.

2.3.20 Le § 1.2.5.2 de l'Annexe 1 énumère, pour toute une gamme de licences, les intervalles maximaux qui peuvent séparer les examens médicaux auxquels doit se soumettre le titulaire d'une licence pour que cette licence conserve sa validité. La norme du § 1.2.5.2.1 permet que le service de délivrance exige des examens médicaux à intervalles plus fréquents. Dans bien des cas, cependant, des rapports périodiques sur l'état de santé de l'intéressé au cours de la période de validité de sa licence suffiront, de sorte qu'il ne sera pas nécessaire de procéder à un examen médical complet de certification. Il pourra être pertinent dans certains cas d'observer le candidat dans le poste de pilotage ou sur entraîneur synthétique de vol. Dans de tels cas, il est important d'obtenir la coopération d'exploitants et d'instructeurs de vol qualifiés. Il est tout à fait possible, en tenant compte de l'avis de spécialistes expérimentés et/ou des

conclusions de médecins agréés, d'introduire une certaine souplesse dans le processus sans qu'il soit porté atteinte à l'esprit des normes médicales de l'Annexe 1. Cela exigerait un effort supplémentaire de la part du service de délivrance des licences, mais pourrait apporter une analyse permanente et critique des exigences médicales en vigueur, et montrer si elles répondent bien à leur objet. De plus, cela prolongera la carrière de ceux qui sont employés professionnellement et permettra à un nombre grandissant d'individus motivés de réaliser leur ambition de voler, tout en évitant que la sécurité des vols soit compromise de quelque manière que ce soit.

2.4 PROCÉDURES D'ÉVALUATION DES CAS LIMITES

Épreuves médicales spéciales en vol

2.4.1 Les cas médicaux limites devraient d'abord être soumis à un spécialiste qui procédera à un examen approfondi, comme indiqué dans les chapitres suivants du présent manuel. Cet examen devrait notamment déterminer si l'affection dont souffre le candidat est évolutive ou non, quelle est l'ampleur de la dégradation fonctionnelle éventuelle, et s'il existe un risque de dégradation future ou d'incapacité soudaine. Lorsque le candidat ne remplit pas les conditions médicales mais que, de l'avis du médecin-examineur, son état ne l'empêche pas d'accomplir ses tâches normalement et sans danger, il appartiendra au service de délivrance des licences de procéder à une évaluation plus poussée de l'habileté et de l'expérience démontrées au cours d'épreuves en vol, pour s'assurer qu'il est capable de remplir ses fonctions sans compromettre la sécurité des vols. Une épreuve en vol pratique est généralement appropriée surtout pour évaluer des états physiques statiques, et non pour une personne dont les fonctions physiques sont normales mais qui présente un risque accru d'incapacité soudaine. Il est probable que les épreuves en vol seront effectuées surtout dans le cas de pilotes privés, pour qui les normes médicales sont moins rigoureuses et pour qui des modifications pourraient être apportées aux commandes de l'aéronef, quoique certaines pathologies puissent aussi nécessiter des épreuves pratiques pour des pilotes professionnels.

2.4.2 Une épreuve en vol spéciale pour raisons médicales, adaptée aux déficiences du candidat, est menée pour aider le service de délivrance des licences à estimer l'aptitude de l'intéressé à exercer ses fonctions aussi bien dans des conditions de vol défavorables qu'en conditions normales. L'épreuve pourrait donc inclure des conditions marginales ou des conditions marginales simulées, susceptibles d'être rencontrées dans des situations d'urgence, lorsque les conditions météorologiques sont défavorables, au crépuscule ou de nuit, en présence de brume ou de nébulosité, ou lorsque l'avion vole en direction du soleil, selon ce qui conviendra pour la pathologie évaluée.

2.4.3 Le compte rendu de l'épreuve en vol devrait donner des indications sur les conditions dans lesquelles les épreuves ont eu lieu.

2.4.4 Au cours de l'épreuve en vol pour raisons médicales, il convient d'introduire dans une mesure raisonnable des tâches simultanées (telles que la lecture de cartes et la navigation, la manœuvre de commandes de vol, le maintien des communications, et même une défaillance d'équipement ou de moteur), pour évaluer la capacité du candidat à accomplir plusieurs tâches simultanément.

2.4.5 Des spécifications relatives à ces épreuves en vol spéciales pour raisons médicales aident à déterminer les aptitudes du candidat et ses limitations. Lorsque ces aptitudes sont comparées à celles de l'examineur, les attributs physiques de ce dernier sont supposés normaux. Sinon, il convient de réaffecter le candidat à un autre examineur en vol.

2.4.6 L'examineur devrait observer et évaluer tous les tests de l'épreuve en vol à des fins médicales, mais des tests supplémentaires pourront être ajoutés, si c'est jugé nécessaire, au moment de l'épreuve. Il devrait être procédé à une épreuve en vol pour raisons médicales lors de l'évaluation des cas limites décrits ci-dessous. Les descriptions s'appliquent surtout aux pilotes de l'aviation générale, mais les mêmes principes s'appliquent aux activités de pilotes professionnels.

Difformité ou absence d'extrémités

2.4.7 Un candidat pourrait être déclaré apte s'il est capable de démontrer :

- a) son aptitude à atteindre aisément et à faire fonctionner efficacement toutes les commandes qui exigeraient normalement l'usage de l'extrémité ou des extrémités déficientes, toute position inhabituelle du corps nécessaire pour compenser la déficience étant notée ;
- b) son aptitude à appliquer de manière satisfaisante les procédures d'urgence en vol, telles que les manœuvres de rétablissement après décrochage et le pilotage moteurs arrêtés, ainsi qu'au sol, y compris l'évacuation de l'avion.

Défauts de l'ouïe

2.4.8 Les défauts de l'ouïe ne devraient normalement pas exiger d'épreuves en conditions de vol réelles, car il est aisé d'en simuler tous les facteurs pertinents. Que ces épreuves soient exécutées au sol ou en vol, l'évaluation portera principalement sur les points suivants :

- a) aptitude à entendre les communications radiotéléphoniques en clair et en code ;
- b) aptitude à comprendre des conversations vocales ordinaires au sol et dans le poste de pilotage, moteurs à l'arrêt et moteurs en fonctionnement. (L'examineur devrait veiller à ce que le candidat ne lise pas sur ses lèvres).

Défauts d'élocution — bégaiement

2.4.9 Un candidat pourrait être déclaré apte s'il est capable de démontrer son aptitude à converser et à se faire comprendre clairement, en conversation directe et par radio.

Défauts de la vision

2.4.10 Les circonstances mentionnées ci-après représentent certaines des conditions types définissant les aptitudes visuelles requises d'un pilote d'aviation générale. Il pourra être établi par simulation ou, de manière plus réaliste, en conditions de vol réelles, si un candidat possède ces aptitudes ou s'il ne les possède pas au niveau requis. Dans un cas comme dans l'autre, l'aptitude d'un candidat à exécuter les tâches spécifiées est une exigence pratique qu'il n'est pas aisé d'établir au moyen d'un test conventionnel. Les procédures de vérification suggérées peuvent établir ce qui suit :

- a) aptitude à choisir de loin les terrains qui se prêtent à un atterrissage d'urgence, de préférence dans une région inconnue du candidat, survolée à haute altitude ;
- b) aptitude à simuler des atterrissages forcés sur terrains difficiles. Noter la manière dont l'approche est conduite, la vitesse verticale de descente et les distances comparatives auxquelles sont identifiés les obstacles (souches d'arbres, roches, fossés, etc.) ;
- c) aptitude à reconnaître d'autres aéronefs qui se dirigent droit sur l'aéronef piloté par le candidat (éventuellement après concertation), et surtout ceux qui viennent de l'extrême droite ou de l'extrême gauche ;
- d) aptitude à juger les distances (comparée à celle de l'examineur), par exemple la distance par rapport à d'autres aéronefs et par rapport au sol), et à reconnaître des repères au sol à la limite de vision de l'examineur ;

- e) manière d'exécuter les atterrissages, y compris par vent de travers ;
- f) aptitude à lire les cartes aéronautiques en vol et à régler, rapidement et avec précision, le récepteur radio sur une station déterminée à l'avance ;
- g) aptitude à lire rapidement et correctement les instruments du tableau de bord (y compris les instruments du tableau plafond, le cas échéant).

Épreuves supplémentaires de perception des couleurs

2.4.11 Un candidat n'ayant pas obtenu une note satisfaisante lors de l'épreuve avec planches pseudo-isochromatiques peut néanmoins être déclaré apte, comme spécifié au § 6.2.4.4 de l'Annexe 1, pourvu qu'il soit capable de distinguer nettement les couleurs utilisées dans la navigation aérienne et d'identifier correctement les feux aéronautiques de couleur. Cela peut être testé, généralement pour les feux d'aviation rouges, verts et blancs, au moyen d'une lanterne de perception des couleurs admise par le service de délivrance des licences. Si un candidat n'arrive pas à nommer correctement chaque couleur pendant que la lumière est présentée (généralement, environ 4 secondes), l'épreuve n'est pas réussie. Diverses lanternes sont utilisées à cette fin dans les États.

2.4.12 D'autres épreuves diagnostiques peuvent être effectuées avec un anomaloscope.

Compte rendu des épreuves en vol à des fins médicales

2.4.13 Tous les résultats des épreuves en vol à des fins médicales devraient être communiqués au service de délivrance des licences. Le compte rendu devrait contenir des renseignements sur :

- a) les déficiences, les épreuves et les recommandations s'y rapportant ;
- b) toutes épreuves supplémentaires que l'examineur aura jugées nécessaires ;
- c) tout attribut physique de l'examineur propre à permettre la comparaison entre ses aptitudes et celles du candidat ;
- d) les conditions marginales, réelles ou simulées, dans lesquelles l'épreuve a été conduite ;
- e) la susceptibilité du candidat d'être distrait par des tâches simultanées ;
- f) toutes restrictions qu'il est recommandé d'apporter à la licence dont il s'agit ou le fait qu'aucune restriction n'est requise.

Pièce jointe au Chapitre 2

Nom et sigle de l'

ADMINISTRATION DE L'AVIATION CIVILE

Adapté des Autorités conjointes de l'aviation

FORMULAIRE DE DEMANDE POUR UNE ÉVALUATION AÉROMÉDICALE

Remplir entièrement cette page au stylo à bille noir et en lettres capitales — voir précisions sur la page des Instructions. **SECRET MÉDICAL**

(1) Nom de famille :		(2) Nom(s) de famille antérieur(s):		(3) Numéro d'identification national (le cas échéant):	
(4) Prénom(s) :		(5) Date de naissance:		(6) Sexe Homme <input type="checkbox"/> Femme <input type="checkbox"/>	(7) Demande Initiale <input type="checkbox"/> Renouvellement <input type="checkbox"/>
(8) Pays de délivrance de la licence :	(9) Classe d'attestation médicale demandée : 1 ^e <input type="checkbox"/> 2 ^e <input type="checkbox"/> 3 ^e <input type="checkbox"/> Autre <input type="checkbox"/>			(10) Type de licence demandé (s'il s'agit d'une demande initiale):	
(11) Lieu et pays de naissance :		(12) Nationalité :		(13) Profession (principale) :	
(14) Adresse permanente: Code postal : Pays : N° de téléphone : N° de portable : Adresse électronique :		(15) Adresse postale (si elle est différente): Code postal : Pays : N° de téléphone :		(16) Employeur (principal) : (17) Dernier examen médical Date : Lieu : (18) Licence(s) d'aviation détenue(s) (type) : Numéro(s) de licence : Pays de délivrance :	
(19) Nom et adresse du médecin de famille : Adresse électronique : N° de téléphone :				(20) Restrictions sur la licence ? Non <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Précisions :	
(21) Est-ce qu'une attestation médicale aéronautique vous a déjà été refusée, ou a déjà été suspendue ou révoquée, par une autorité de délivrance des licences ? Dans l'affirmative, en parler au médecin-examineur. Non <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Date : Détails : Lieu :		(22) Temps de vol total (heures) :		(23) Temps de vol (heures) depuis le dernier examen médical :	
				(24) Avions actuellement pilotés (p.ex. Boeing 737, Cessna C150) :	
(25) Avez-vous eu un accident d'aviation ou un incident dont il a été rendu compte depuis votre dernier examen médical ? Non <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Date : Détails : Lieu :				(26) Type de vol prévu (1), p.ex. transport aérien commercial, instruction en vol, vol privé :	
				(27) Type de pilotage prévu (2): Un seul pilote <input type="checkbox"/> Équipage multiple <input type="checkbox"/>	

<p>(28) Buvez-vous de l'alcool? Non <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/></p> <p>Si OUI, indiquer en unités la consommation hebdomadaire moyenne :</p>	<p>(30) Prenez-vous des médicaments actuellement, y compris des médicaments sans prescription ? Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/></p> <p>Si OUI, indiquer le nom du médicament, depuis quelle date, la dose journalière ou hebdomadaire, et la cause (diagnostic) :</p>
<p>(29) Fumez-vous du tabac ?</p> <p>Jamais <input type="checkbox"/></p> <p>Arrêté <input type="checkbox"/> Date d'arrêt: _____</p> <p>Actuellement <input type="checkbox"/> </p> <p>Indiquer type, quantité et nombre d'années</p>	

(31) **Antécédents généraux et médicaux** : Souffrez-vous actuellement, ou avez-vous déjà souffert, d'une des affections énumérées ci-dessous ? Pour chaque question, cocher OUI ou NON. Développer les réponses affirmatives dans la section Observations, et en parler avec le médecin-examineur.

	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non			
101 Troubles/chirurgie oculaires			112 Affection du nez ou de la gorge ou troubles de l'élocution			123 Malaria ou autre maladie tropicale			Antécédents familiaux		
102 Port de lunettes et/ou de lentilles de contact			113 Blessure à la tête ou commotion cérébrale			124 Test VIH positif			140 Affection cardiaque		
103 Prescription/changement de lunettes/lentilles depuis le dernier examen			114 Maux de tête fréquents ou graves			125 Maladie sexuellement transmissible			141 Hypertension artérielle		
104 Rhume des foins ou autres allergies			115 Vertiges ou étourdissements			126 Admission à l'hôpital			142 Hypercholestérolémie		
105 Asthme, affections pulmonaires			116 Perte de conscience pour quelque raison que ce soit			127 Toute autre maladie ou blessure			143 Épilepsie		
106 Troubles cardiaques ou vasculaires			117 Troubles neurologiques, accident vasculaire cérébral, épilepsie, crise d'épilepsie, paralysie, etc.			128 Visite chez un médecin depuis le dernier examen médical			144 Maladie mentale		
107 Hypertension ou hypotension artérielle			118 Troubles psychologiques/ psychiatriques de tous types			129 Refus d'assurance-vie			145 Diabète		
108 Calculs rénaux ou présence de sang dans les urines			119 Usage excessif d'alcool/de médicaments/de substances			130 Refus de délivrance ou révocation d'une licence d'aviation			146 Tuberculose		
109 Diabète, troubles hormonaux			120 Tentative de suicide			131 Inaptitude ou dispense du service militaire pour raisons médicales			147 Allergie/asthme/eczéma		
110 Troubles gastriques, hépatiques ou intestinaux			121 Mal des transports nécessitant l'usage de médicaments			132 Attribution d'une pension ou d'indemnités pour blessure ou maladie			148 Maladie héréditaire		
111 Surdité, troubles de l'audition			122 Anémie/drépanocytose/autres troubles sanguins						149 Glaucome		
Femmes seulement:											
									150 Troubles gynécologiques (menstruels notamment)		
									151 Êtes-vous enceinte ?		

(152) **Observations**: Indiquer si un fait a déjà été signalé et est resté inchangé.

(32) **Déclaration** : Je certifie par la présente que j'ai soigneusement considéré les déclarations que j'ai faites ci-dessus et qu'elles sont, au mieux de ma connaissance, complètes et exactes. Je déclare en outre que je n'ai fait aucune fausse déclaration, ni omis aucune information pertinente en rapport avec la présente demande. Je comprends que si j'ai fait une déclaration fautive ou trompeuse en rapport avec cette demande, ou si je ne consens pas à fournir les renseignements médicaux à l'appui, l'Administration pourra refuser d'accorder une attestation médicale ou retirer toute attestation médicale accordée, sans préjudice de toute autre procédure judiciaire applicable en vertu de [indiquer la loi nationale pertinente].

CONSENTEMENT À LA COMMUNICATION DE RENSEIGNEMENTS MÉDICAUX : Par la présente, je donne mon consentement à ce que tous renseignements médicaux pertinents puissent être communiqués et soumis à l'évaluateur médical du service de délivrance des licences. Note : La confidentialité des renseignements médicaux sera constamment respectée.

.....
Date

.....
Signature du candidat

.....
Signature du médecin-examineur (Témoïn)

**PAGE D'INSTRUCTIONS POUR REMPLIR LE FORMULAIRE DE DEMANDE
POUR UNE ÉVALUATION AÉROMÉDICALE**

Ce formulaire de demande, ainsi que tous formulaires de compte rendu et rapports qui y sont joints, sont requis en vertu de l'Annexe 1 de l'OACI et seront transmis à l'évaluateur médical du service de délivrance des licences. La confidentialité des renseignements médicaux sera constamment respectée.

Le demandeur doit répondre personnellement, en entier, à toutes les questions (remplir les cases) du formulaire de demande. Les réponses, écrites en **lettres capitales au stylo à bille noir**, doivent être **bien lisibles**. Appuyer suffisamment pour que les copies soient lisibles. S'il faut plus d'espace pour répondre à une question, inscrire sur une feuille de papier les renseignements supplémentaires, votre signature et la date. Les instructions numérotées ci-après s'appliquent aux titres numérotés sur le formulaire de demande.

AVIS.— Si le demandeur ne remplit pas intégralement le formulaire de demande ou n'écrit pas lisiblement, le formulaire de demande sera rejeté. De fausses déclarations ou des déclarations trompeuses, ou la rétention d'informations pertinentes en rapport avec cette demande, pourraient entraîner des poursuites pénales, le rejet de la demande et/ou le retrait de toute attestation médicale déjà accordée.

1. NOM DE FAMILLE : Indiquer le nom de famille.	12. NATIONALITÉ : Indiquer le nom du pays de citoyenneté.
2. NOM(S) DE FAMILLE ANTÉRIEUR(S) : À indiquer si votre nom de famille a été modifié pour une raison quelconque.	13. PROFESSION (principale) : Indiquer la profession principale.
3. NUMÉRO D'IDENTIFICATION NATIONAL (si applicable) : Indiquer le numéro d'identification national ou le numéro de sécurité sociale qui vous a été attribué par le pays dont vous avez la citoyenneté.	14. ADRESSE PERMANENTE : Indiquer le lieu de résidence principal, avec coordonnées, numéro(s) de téléphone et adresse électronique (courriel).
4. PRÉNOMS : Indiquer le premier et le deuxième prénom (trois au maximum)	15. ADRESSE POSTALE : (si elle est différente de l'adresse permanente) : S'il y a lieu, indiquer adresse postale et numéro de téléphone
5. DATE DE NAISSANCE : Spécifier, dans l'ordre : jour (JJ), mois(MM), année(AAAA), en chiffres, p. ex. 22-08-1960.	16. EMPLOYEUR (principal) : Indiquer le principal employeur.
6. SEXE : Cocher la case qui convient.	17. DERNIER EXAMEN MÉDICAL : Indiquer la date (jour/mois/année) et le lieu (ville et pays) du dernier examen aéromédical. S'il s'agit d'une demande initiale, indiquer « AUCUN ».
7. DEMANDE : Cocher la case qui convient. Cocher « Initiale » s'il s'agit de votre première demande soumise à ce service de délivrance des licences, même si vous êtes détenteur d'autres licences similaires, délivrées par un autre service de délivrance de licences.	18. LICENCE(S) D'AVIATION DÉTENUE(S) (TYPE). NUMÉRO(S) DE LICENCE, PAYS DE DÉLIVRANCE : Donner des renseignements sur les licences déjà détenues.
8. PAYS DE DÉLIVRANCE DE LA LICENCE : Indiquer le pays de délivrance de la première licence (s'il ne s'agit pas de la première demande).	19. NOM ET ADRESSE DU MÉDECIN DE FAMILLE (le cas échéant) : Donner les coordonnées du médecin de famille.
9. CLASSE D'ATTESTATION MÉDICALE DEMANDÉE : Cocher la case qui convient.	20. RESTRICTIONS SUR LA LICENCE/L'ÉVALUATION MÉDICALE : Cocher la case qui convient et donner des précisions sur toutes restrictions mentionnées sur vos licence(s) ou certificat(s) médicaux, p. ex. lentilles correctrices, validité pour vol diurne seulement, vol en équipage multiple seulement.

<p>10. TYPE DE LICENCE DEMANDÉE (s'il s'agit d'une demande initiale)</p> <p>S'il s'agit d'une première demande de licence adressée à ce service de délivrance des licences, indiquer le type de licence demandée.</p>	<p>21. EST-CE QU'UNE ATTESTATION AÉROMÉDICALE VOUS A DÉJÀ ÉTÉ REFUSÉE, OU A ÉTÉ SUSPENDUE OU RÉVOQUÉE, PAR UN SERVICE DE DÉLIVRANCE DES LICENCES ? DANS L’AFFIRMATIVE, EN PARLER AVEC LE MÉDECIN-EXAMINATEUR :</p> <p>Cocher « Oui » si une attestation médicale vous a déjà été refusée, ou a été suspendue ou révoquée, même temporairement. Donner la date, le lieu et des précisions, et en parler avec le médecin-examinateur.</p>
<p>11. LIEU ET PAYS DE NAISSANCE : Indiquer la ville/le lieu et le pays de naissance.</p>	<p>22. TEMPS DE VOL TOTAL (HEURES) : Pour les pilotes, indiquer le nombre total d'heures de vol en cette qualité. Pour les non-pilotes, indiquer « Non applicable ».</p>
<p>23. TEMPS (HEURES) DE VOL DEPUIS LE DERNIER EXAMEN MÉDICAL : Indiquer le nombre total d'heures de vol en qualité de pilote depuis le dernier examen médical.</p>	<p>28. SI VOUS BUVEZ DE L'ALCOOL, INDIQUER EN UNITÉS LA CONSOMMATION HEBDOMADAIRE MOYENNE : Indiquer la consommation hebdomadaire, p.ex.12 unités (bière et vin) Note: 1 unité ~ 12 g d'alcool ; ceci correspond à la quantité d'alcool que contient une canette ou une bouteille de bière normale (0,34L), un verre de vin, etc.</p>
<p>24. AÉRONEFS PILOTÉS ACTUELLEMENT : Indiquer les types d'aéronefs actuellement pilotés, p. ex. Boeing 737, Airbus A 330, Cessna 150.</p>	<p>29. FUMEZ-VOUS DU TABAC ? Cocher la case applicable. Les fumeurs devraient indiquer le type et la quantité, p. ex. 20 cigarettes par jour ; pipe, 30 grammes par semaine.</p>
<p>25. AVEZ-VOUS EU UN ACCIDENT D'AVIATION OU UN INCIDENT DONT IL A ÉTÉ RENDU COMPTE DEPUIS VOTRE DERNIER EXAMEN MÉDICAL ? Si « Oui », donner des précisions.</p>	<p>30. PRENEZ-VOUS DES MÉDICAMENTS ACTUELLEMENT, Y COMPRIS DES MÉDICAMENTS SANS PRESCRIPTION ? Indiquer les médicaments prescrits par un médecin et aussi les médicaments sans prescription (p. ex. remèdes à base de plantes achetés sans prescription (« en vente libre »)). Si vous cochez « Oui », donner des précisions : nom du médicament, date de début du traitement, dose journalière/hebdomadaire et affection ou problème donnant lieu à la consommation du médicament.</p>
<p>26. TYPE DE PILOTAGE PRÉVU(1) : Donner des précisions sur l'activité de pilotage prévue, p. ex.transport aérien commercial, instruction en vol, vols privés.</p>	<p>31. ANTÉCÉDENTS GÉNÉRAUX ET MÉDICAUX : Il faut répondre à tous les points figurant sous ce titre, du numéro 101 au 149 inclus (101 à 151 pour les femmes) en cochant « OUI » ou « NON ». Vous DEVEZ cocher « OUI » si vous avez déjà souffert de l'affection dans votre vie, et décrire dans la case OBSERVATIONS le problème et la date approximative. Toutes les questions posées sont médicalement importantes, même si ce n'est peut-être pas évident. Les points 140 à 149 se rapportent directement aux antécédents familiaux. Les points 150 à 151 sont à remplir seulement par les candidates. Si des renseignements ont été fournis sur un formulaire de demande déjà soumis au service de délivrance de licences qui délivre l'attestation médicale demandée, et qu'il n'y a eu depuis lors aucun changement dans votre état, vous pouvez indiquer : « Signalé précédemment. Inchangé ». Il faut néanmoins cocher « OUI » pour le problème dont il s'agit. Ne pas rendre compte de maladies occasionnelles courantes qui disparaissent d'elles-mêmes, telles que les refroidissements.</p>

26. TYPE DE PILOTAGE PRÉVU(2) Cocher la case ou les cases appropriées	32. DÉCLARATION ET CONSENTEMENT À LA COMMUNICATION DE RENSEIGNEMENTS MÉDICAUX : Ne pas signer ou dater cette section avant que le médecin examineur qui agira comme témoin et signera en cette qualité ait indiqué de le faire.
--	---

**UN CANDIDAT EST EN DROIT DE REFUSER TOUT EXAMEN ET TOUTE ÉPREUVE ET DE DEMANDER QU'IL EN SOIT RÉFÉRÉ
AU SERVICE DE DÉLIVRANCE DES LICENCES.
CELA PEUT CEPENDANT DONNER LIEU À UN REFUS TEMPORAIRE D'ATTESTATION MÉDICALE.**

Nom et sigle

ADMINISTRATION DE L'AVIATION CIVILE

Adapté des Autorités conjointes de l'aviation

SECRET MÉDICAL

RAPPORT D'EXAMEN MÉDICAL

À l'usage des médecins-examineurs désignés seulement

(4) Numéro d'identification national (s'il y a lieu):

(1) Catégorie d'examen Initial <input type="checkbox"/> Renouvellement <input type="checkbox"/> Autre <input type="checkbox"/>	(2) Taille cm	(3) Poids kg	(4) Couleur des yeux	(5) Couleur des cheveux	(6) Tension artérielle – position assise mmHg Systolique Diastolique	(7) Pouls – au repos Fréquence (bpm) Rythme Rég. <input type="checkbox"/> Irrég. <input type="checkbox"/>
---	------------------	-----------------	----------------------	-------------------------	--	--

Examen clinique : Vérifier chaque point Normal Anormal

Normal Anormal

(8) Tête, visage, cou, cuir chevelu			(18) Abdomen, hernie, foie, vésicule biliaire		
(9) Bouche, gorge, dents			(19) Anus, rectum (indiquer si pas examiné)		
(10) Nez, sinus			(20) Appareil uro-génital (indiquer si pas examiné)		
(11) Oreilles, en particulier apparence et motilité du tympan			(21) Système endocrinien		
(12) Yeux – orbite et annexes, champs visuels			(22) Membres supérieurs et inférieurs, articulations		
(13) Yeux – pupilles et fonds d'yeux			(23) Colonne vertébrale, système musculaire et squelette		
(14) Yeux – motilité oculaire; nystagmus, équilibre oculomoteur			(24) Signes neurologiques – réflexes, etc.		
(15) Poumons, poitrine, seins (indiquer s'il n'y a pas eu d'examen des seins)			(25) Signes psychiatriques		
(16) Cœur			(26) Peau et circulation lymphatique		
(17) Système vasculaire			(27) Signes systémiques généraux		
(28) Notes : Décrire toutes anomalies observées. Incrire le numéro du point avant chaque observation.			(29) Indiquer les marques, tatouages, cicatrices, etc.		

Acuité visuelle

(30) Vision en champ éloigné à 6 m Verres Lentilles de contact

	Sans correction			
Œil droit		Corrigé à		
Œil gauche		Corrigé à		
Deux yeux		Corrigé à		

(31) Vision en champ moyen Non corrigée Corrigée

N14 à 100 cm	Oui	Non	Oui	Non
Œil droit				
Œil gauche				
Deux yeux				

(32) Vision en champ rapproché Non corrigée Corrigée

N5 à 30–50 cm	Oui	Non	Oui	Non
Œil droit				
Œil gauche				
Deux yeux				

(33) Lunettes (34) Lentilles de contact

Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
Type :		Type :	
(35) Perception des couleurs		Normale <input type="checkbox"/>	Anormale <input type="checkbox"/>
Planches pseudo-isochromatiques		Type :	
Nombre de planches		Nb. d'erreurs :	

(40) Ouïe Quand (41) n'est pas effectué	Oreille droite	Oreille gauche		
Test vocal de conversation à 2 m, dos tourné vers l'examineur	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
(41) Audiométrie				
Hz	500	1 000	2 000	3 000
Droite				
Gauche				

(50) Analyse d'urine		Normale <input type="checkbox"/>	Anormale <input type="checkbox"/>
Glucose	Protéines	Sang	Autres
(60) Abordé les aspects de l'aptitude en rapport avec la santé mentale Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>			
(61) Abordé les aspects comportementaux de l'aptitude. Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>			
(62) Abordé les aspects physiques de l'aptitude Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>			
(63) Donné des conseils de prévention en matière de santé. Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>			
Comptes rendus joints	Normal	Anomalies/Observations	Pas effectué
(70) ECG			
(71) Audiogramme			
(72) Autres			

(80) Recommandation du médecin examinateur :

Nom du candidat _____	Date de naissance : _____
<input type="checkbox"/> Classe d'aptitude : _____ <input type="checkbox"/> Certificat médical délivré par le soussigné (modèle joint)	
Signature : _____	
<input type="checkbox"/> Inaptitude _____ Indiquer la raison :	
<input type="checkbox"/> Différé pour évaluation plus poussée. Dans ce cas, pour quelle raison et adressé à qui ?	

(81) Observations, restrictions, limitations :
--

(82) Déclaration du médecin-examineur :

Je certifie par la présente que j'ai / que mon groupe MED a personnellement examiné le candidat nommé dans ce compte rendu, et que les conclusions figurant dans ce compte rendu et toutes les pièces qui pourraient y être jointes sont complètes et exactes.		
(83) Lieu et date :	Nom et adresse de l'examineur : (Lettres capitales)	Cachet et numéro de l'examineur :
Signature du médecin-examineur :	Adresse électronique : N° de téléphone : N° de fax :	

**INSTRUCTIONS POUR LE MÉDECIN EXAMINATEUR SUR LA MANIÈRE DE REMPLIR
LE FORMULAIRE DE COMPTE RENDU D'EXAMEN MÉDICAL**

Il faut répondre complètement à toutes les questions (remplir les cases) du présent formulaire de compte rendu d'examen médical.

Il faut écrire en LETTRES CAPITALES, au stylo à bille et lisiblement. Appuyer suffisamment pour que les copies soient lisibles. Il est acceptable et préférable que ce formulaire soit dactylographié/imprimé. S'il faut plus d'espace pour répondre à une question, écrire sur une feuille blanche, où seront indiqués le nom du candidat et sa date de naissance, les renseignements supplémentaires requis, suivis de votre signature et de la date. Les instructions qui suivent s'appliquent aux en-têtes portant le même numéro sur le formulaire de compte rendu d'examen médical.

AVIS — Ne pas remplir entièrement le formulaire de compte rendu d'examen médical comme exigé ou ne pas écrire lisiblement pourrait entraîner le rejet total de la demande et mener au retrait d'une attestation médicale déjà délivrée. De fausses déclarations ou des déclarations trompeuses, ou la rétention d'informations pertinentes, par un médecin-examineur désigné, pourraient entraîner des mesures disciplinaires, y compris des poursuites pénales.

1 CATÉGORIE D'EXAMEN – Cocher la case qui convient.

Initial – Examen initial pour attestation médicale de classe 1, 2 ou 3 ; et aussi examen initial pour reclassement de la Classe 2 à la Classe 1 (indiquer « reclassement » dans la Section 81).

Renouvellement – Examens réguliers ultérieurs.

Autre – Examens autres que l'examen initial ou les examens réguliers ultérieurs.

2 TAILLE – Taille mesurée sans chaussures, en centimètres, au cm le plus proche.

3 POIDS – Poids mesuré en sous-vêtements au demi-kilogramme le plus proche.

4 COULEUR DES YEUX – Indiquer la couleur des yeux du candidat d'après la liste suivante : bruns, bleus, verts, noisette, gris, multiple.

5 COULEUR DES CHEVEUX – Indiquer la couleur des cheveux du candidat d'après la liste suivante : bruns, noirs, châains, blonds, auburn, roux, gris, blancs, chauve.

6 TENSION ARTÉRIELLE – Les lectures de la tension artérielle devraient être indiquées comme Phase 1 pour la tension systolique et Phase 5 pour la tension diastolique. Le candidat devrait être assis. Indiquer la tension en mm Hg.

7 POULS (AU REPOS) – Indiquer le pouls en battements par minute et indiquer le rythme comme régulier ou irrégulier. Si nécessaire, des observations supplémentaires peuvent être écrites dans la section 28, la section 81 ou séparément.

Les SECTIONS 8 – 27 inclusivement constituent l'examen clinique général et il faut cocher Normal ou Anormal dans chacune des sections.

8 TÊTE, VISAGE, COU, CUIR CHEVELU – Indiquer l'apparence, l'amplitude des mouvements du cou, la symétrie des mouvements faciaux, etc.

9 BOUCHE, GORGE, DENTS – Inclure apparence de la cavité buccale, motilité du palais mou – région des amygdales, pharynx, ainsi que gencives, dents et langue.

10 NEZ, SINUS – Inclure l'apparence, et tout signe d'obstruction nasale ou de sensibilité à la palpation.

11 OREILLES, SPÉCIALEMENT APPARENCE ET MOTILITÉ DES TYMPANS – Inclure l'otoscopie de l'oreille externe, du canal auditif et de la membrane du tympan.

12 YEUX – ORBITES ET ANNEXES, CHAMPS VISUELS – Inclure l'apparence, la position et le mouvement des yeux et des structures qui les entourent en général, y compris les paupières et la conjonctive. Les champs visuels devraient être vérifiés par campimétrie, périmétrie ou confrontation.

13 YEUX – PUPILLES ET FONDS D'YEUX – Inclure apparence, taille, réflexes, test réflexe rouge et ophtalmoscopie. Mentionner les cicatrices cornéennes, le cas échéant.

- 14 YEUX – MOTILITÉ OCULAIRE, NYSTAGMUS** – Inclure l'amplitude de mouvement des yeux dans toutes les directions ; la symétrie de mouvement des deux yeux ; l'équilibre des muscles oculaires ; la convergence ; l'accommodation ; le nystagmus. Il existe des méthodes objectives de mesure de la convergence et de la convergence à un point rapproché.
- 15 POUMONS, POITRINE, SEINS** – Inclure l'inspection de la poitrine pour difformités, cicatrices d'opérations, anomalie des mouvements respiratoires, auscultation respiratoire. Chez les candidates, l'examen des seins est facultatif. S'il n'y a pas eu d'examen des seins, l'indiquer.
- 16 CŒUR** – Inclure battements apicaux, auscultation pour détection de souffles, bruits de la carotide, palpation pour palpitations.
- 17 SYSTÈME VASCULAIRE** – Inclure examen des veines variqueuses, caractère et palpation, pouls périphérique, indications d'affection vasculaire périphérique.
- 18 ABDOMEN, HERNIE, FOIE, VÉSICULE BILIAIRE** – Inclure inspection de l'abdomen ; palpation des organes internes ; recherche d'hernies inguinales en particulier.
- 19 ANUS, RECTUM** – L'examen clinique n'est obligatoire que si les antécédents le justifient. S'il n'y a pas eu d'examen, l'indiquer.
- 20 APPAREIL URO-GÉNITAL** – L'examen clinique n'est obligatoire que si les antécédents le justifient. S'il n'y a pas eu d'examen, l'indiquer.
- 21 SYSTÈME ENDOCRINIEN** – Inclure l'inspection, la palpation pour recherche d'anomalies/déséquilibres hormonaux ; glande thyroïde.
- 22 MEMBRES SUPÉRIEURS ET INFÉRIEURS, ARTICULATIONS** – Inclure toute l'amplitude de mouvement des articulations et des membres, toute difformité, faiblesse ou perte. Signes d'arthrite.
- 23 COLONNE VERTÉBRALE, SYSTÈME MUSCULAIRE ET SQUELETTE** – Inclure l'amplitude des mouvements, les anomalies des articulations.
- 24 SIGNES NEUROLOGIQUES – RÉFLEXES, ETC.** Inclure réflexes, sensations, puissance, système vestibulaire – équilibre, test de Romberg, etc.
- 25 SIGNES PSYCHIATRIQUES** – Inclure une évaluation de l'apparence, de l'humeur, du comportement (voir aussi 60-61).
- 26 PEAU et CIRCULATION LYMPHATIQUE** – Inclure l'inspection de la peau, l'inspection et la palpation pour lymphadénopathie, etc. Décrire en 29 les marques d'identification.
- 27 SIGNES SYSTÉMIQUES GÉNÉRAUX** – Tous autres domaines et systèmes, y compris l'état nutritionnel.
- 28 NOTES** – Toutes notes, observations ou anomalies à décrire – ajouter au besoin des notes supplémentaires sur une feuille séparée, signée et datée, portant le nom du candidat.
- 29 MARQUES D'IDENTIFICATION, TATOUAGES, CICATRICES, ETC.** – Énumérer les éléments qui peuvent servir à l'identification physique.
- 30 VISION EN CHAMP ÉLOIGNÉ À 6 MÈTRES** – Il faut examiner chaque œil séparément, puis les deux yeux ensemble. D'abord sans correction, puis avec lunettes (si utilisées) et enfin avec lentilles de contact, si utilisées. Indiquer l'acuité visuelle dans les cases appropriées. L'acuité visuelle doit être testée à 6 mètres. Si une distance différente est employée, utiliser le tableau approprié. Il faut veiller à ce que la distance des yeux au tableau soit exacte.
- 31 VISION À 1 MÈTRE** – Il faut examiner chaque œil séparément, puis les deux yeux ensemble. D'abord sans correction, puis avec lunettes (si utilisées) et enfin avec lentilles de contact, si utilisées. Indiquer l'acuité visuelle dans les cases appropriées comme aptitude à lire N14 à 100 cm.
- 32 VISION EN CHAMP RAPPROCHÉ À 30–50 CM** – Il faut examiner chaque œil séparément, puis les deux yeux ensemble. D'abord sans correction, puis avec lunettes (si utilisées) et enfin avec lentilles de contact, si utilisées. Indiquer l'acuité visuelle dans les cases appropriées comme aptitude à lire N5 à 30–50 cm.

Note.— Les lentilles de contact bifocales et lentilles de contact pour corriger la vision proche seulement ne sont pas acceptables.

- 33 LUNETTES** – Cocher la case appropriée pour indiquer si le candidat porte des lunettes ou non. S'il en porte, indiquer si ce sont des lunettes unifocales, bifocales, progressives ou « demi-lune ».
- 34 LENTILLES DE CONTACT** – Cocher la case qui convient, pour indiquer si des lentilles de contact sont portées ou non. Dans le cas où des lentilles sont portées, indiquer le type, selon la liste suivante : dures, souples, perméables au gaz ou jetables.
- 35 PERCEPTION DES COULEURS** – S'il y a lieu, cocher la case qui convient, signifiant si la perception des couleurs est normale ou non. Indiquer quel test a été effectué, p. ex. planche Ishihara 24. Si la perception est anormale, indiquer le numéro des planches qui n'ont pas été lues correctement.
- 40 OÛË** – Cocher la case qui convient pour indiquer la capacité auditive, testée séparément à 2 m pour chaque oreille. Le candidat ne devrait pas pouvoir observer les lèvres de l'examineur.
- 41 AUDIOMÉTRIE** – Si une audiométrie tonale est nécessaire, mesurer les fréquences de 125 à 8 000 Hz et enregistrer les résultats audiométriques dans un audiogramme. L'amplitude des fréquences a une valeur diagnostique et il est utile que des conseils soient donnés concernant la conservation de l'audition. Seules les fréquences de 500, 1 000, 2 000 et 3 000 Hz sont cependant à indiquer sur le formulaire d'examen.
- 50 ANALYSE D'URINE** – Indiquer si les résultats de l'analyse d'urine sont normaux ou non, en cochant la case qui convient. En l'absence d'éléments anormaux, indiquer NIL dans chaque case où cela convient.
- 60 ASPECTS DE L'APTITUDE ABORDÉS EN RAPPORT AVEC LA SANTÉ MENTALE** – Il convient d'interroger les candidats sur leur santé mentale et de leur demander s'ils ont des préoccupations à propos de cet aspect de leur aptitude. Les aspects concernant la santé mentale sont, par exemple, des états tels que la dépression et l'anxiété. Des questions basées sur celles qui ont été validées dans le contexte des soins de santé primaires devraient être employées lorsque c'est possible, p. ex. en ce qui concerne la dépression. Les problèmes liés à la fatigue peuvent aussi être abordés dans cette partie de l'examen. Les médecins-examineurs devraient bien connaître les causes, la prévention et le traitement de la fatigue, spécialement celle qui est en rapport avec l'apnée du sommeil et/ou qui nécessite un traitement pour y remédier. Il n'est pas exigé que la teneur des entretiens soit enregistrée, sauf si elle a des incidences sur l'Attestation médicale (voir les éléments indicatifs du *Manuel de médecine aéronautique civile*).
- 61 ASPECTS COMPORTEMENTAUX DE L'APTITUDE ABORDÉS** – Il convient d'interroger les candidats sur les aspects comportementaux en rapport avec leur santé et de leur demander s'ils ont des préoccupations à propos de cet aspect de leur aptitude. Il s'agit de comportements tels que l'usage problématique de substances. Des questions basées sur celles qui ont été validées dans le contexte des soins de santé primaires devraient être employées lorsque c'est possible, p. ex. en ce qui concerne la consommation d'alcool. Il n'est pas exigé que la teneur des entretiens soit enregistrée, sauf si elle a des incidences sur l'Attestation médicale (voir les éléments indicatifs du *Manuel de médecine aéronautique civile*).
- 62 ASPECTS PHYSIQUES DE L'APTITUDE ABORDÉS** – Il convient d'interroger les candidats sur les aspects physiques de leur santé et de leur demander s'ils ont des préoccupations à propos de cet aspect de leur aptitude. Des questions concernant l'exercice physique, le poids, le régime alimentaire, le tabac, etc., peuvent être abordées dans cette partie de l'examen médical. Les examineurs devraient connaître les lignes directrices standard pour la prévention concernant les pathologies physiques courantes et donner des conseils appropriés. Les dérangements gastro-intestinaux étant une cause courante d'incapacité en vol, des conseils concernant un régime alimentaire sain, spécialement quand on se trouve à l'étranger, peuvent être utilement donnés dans cette section. Il n'est pas exigé que la teneur des entretiens soit enregistrée, sauf si elle a des incidences sur l'Attestation médicale (voir les éléments indicatifs du *Manuel de médecine aéronautique civile*).
- 63 DONNÉ DES CONSEILS DE PRÉVENTION EN MATIÈRE DE SANTÉ** – Le but des sections 60-63 est d'aborder des aspects problématiques de la santé mentale, comportementale et physique qui peuvent faire l'objet d'une prévention. Indiquer, en cochant Oui ou Non, si des conseils de prévention ont été donnés ou non.
- 70-72 COMPTES RENDUS JOINTS** – Il faut cocher une case en face de chacune de ces sections. Si l'épreuve n'est pas nécessaire et n'a pas été effectuée, cocher la case PAS EFFECTUÉ. Si l'épreuve a été effectuée (qu'elle soit obligatoire ou sur indication), cocher la case Normal ou Anormal, selon ce qui convient. Dans le cas de la question 72, indiquer le nombre de comptes rendus joints.
- 80 RECOMMANDATION DU MÉDECIN-EXAMINEUR** – Indiquer en lettres capitales le nom du candidat, puis cocher la case qui convient pour la classe d'évaluation médicale applicable. Si une attestation d'aptitude est recommandée, indiquer si un certificat médical a été délivré ou non. Il peut être recommandé qu'un candidat soit déclaré apte pour la Classe 2, mais que l'attestation soit différée ou que le candidat soit déclaré inapte pour la Classe 1. S'il est recommandé qu'un candidat soit déclaré inapte, la raison doit être indiquée. Si la délivrance d'une attestation est différée pour évaluation plus poussée du candidat, indiquer la raison et le médecin auquel le candidat est adressé.

81 OBSERVATIONS, RESTRICTIONS, LIMITATIONS, ETC. – Inscrire ici vos constatations et votre évaluation de toute anomalie dans les antécédents ou l'examen. Indiquer aussi toute limitation nécessaire.

82 DÉCLARATION DU MÉDECIN-EXAMINATEUR – Dans cette section, le MED doit signer la déclaration, indiquer en lettres capitales son nom et son adresse, donner ses coordonnées – numéro de téléphone et adresse électronique (et n° de fax, le cas échéant) – et enfin, apposer dans la case qui convient son cachet de médecin-examineur désigné, avec son numéro d'examineur.

83 LIEU ET DATE – Indiquer le lieu (ville ou localité) et la date de l'examen. La date de l'examen est celle de l'examen général et non la date à laquelle le formulaire est finalisé. Si le compte rendu d'examen médical est finalisé à une date différente, indiquer la date de finalisation dans la Section 81 : « Compte rendu finalisé le... ».

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 3. INCAPACITÉ EN VOL D'UN MEMBRE D'ÉQUIPAGE DE CONDUITE	I-3-1
3.1 Introduction	I-3-1
limiter le risque d'incapacité en vol du pilote	I-3-1
La règle du 1 %	I-3-2
Causes d'incapacité en vol.....	I-3-4
Formation relative à l'incapacité du pilote	I-3-5
Concept d'« équipage à sécurité intégrée »	I-3-8
Gestion des ressources en équipe	I-3-8
Normes médicales et prévention de l'incapacité en vol du pilote	I-3-9
Décision fondée sur des preuves	I-3-10
3.2 Conclusions	I-3-10
Références	I-3-11

Chapitre 3

INCAPACITÉ EN VOL D'UN MEMBRE D'ÉQUIPAGE DE CONDUITE

3.1 INTRODUCTION

3.1.1 La croissance impressionnante de l'aviation civile internationale au cours des dernières décennies a été accompagnée d'un intérêt continu pour la sécurité des voyages aériens. Si cette croissance se poursuit et si les taux d'accidents restent inchangés, le nombre annuel d'avions de transport accidentés va augmenter. Il est donc essentiel de continuer à examiner tous les domaines ayant des incidences sur la sécurité des vols. L'un d'eux est l'incapacité soudaine de pilotes en vol, qui peut être définie comme étant toute réduction de l'aptitude physique ou mentale d'un degré ou d'une nature qui soit susceptible de compromettre la sécurité des vols.

3.1.2 Ceci pourrait être considéré comme une « définition médicale », axée comme elle l'est sur l'aptitude physique et mentale. Il est à noter, cependant, qu'une incapacité soudaine peut survenir aussi chez un individu médicalement apte, p. ex. par inhalation de fumée ou du fait des effets d'un faisceau laser sur la vision. Un médecin pratiquant la médecine aéronautique devrait bien connaître le contexte opérationnel dont il s'agit et le large éventail de causes possibles d'incapacité soudaine.

3.1.3 Des degrés mineurs de réduction de l'aptitude physique ou mentale peuvent passer inaperçus des autres membres d'équipage au cours de vols normaux et l'on peut trouver des explications rationnelles à des baisses du niveau de compétence ; des manœuvres maladroites, par exemple, pourraient être attribuées à un manque d'expérience récente. Cependant, lorsque des conditions anormales ou une situation d'urgence se produisent, l'équipage de conduite peut avoir à effectuer des tâches physiques et mentales complexes en un temps limité ; dans de telles circonstances, même une carence mineure dans la performance pourrait être grave sur le plan opérationnel.

3.1.4 Certains effets d'une incapacité légère sont notamment un état de vigilance réduit, une préoccupation mentale pouvant entraîner un défaut d'appréciation de facteurs importants, un délai de réaction accru ou une altération du jugement.

Limiter le risque d'incapacité en vol du pilote

3.1.5 L'incapacité en vol du pilote a été une préoccupation depuis les débuts de l'aviation. Comme elle représente un risque opérationnel, elle peut être définie, du point de vue opérationnel, comme « tout état physiologique ou psychologique ayant des effets défavorables sur l'exécution des fonctions ».

3.1.6 Il existe de solides raisons pour s'intéresser à une définition opérationnelle. D'un point de vue opérationnel, peu importe que la dégradation de la performance résulte d'un épisode de petit mal, de la préoccupation causée par un grave problème personnel, de la fatigue, d'un usage problématique de substances psychoactives ou de troubles cardiaques. Les effets peuvent être semblables, et souvent les autres membres d'équipage ne verront pas la différence.

3.1.7 On a beaucoup appris au cours des dernières décennies au sujet de l'incapacité en vol de pilotes. Un des points les plus importants est qu'il est pratiquement possible d'éliminer le risque pour la sécurité de l'aviation dans des situations où un pilote se trouve en état d'incapacité physique dans les opérations de transport aérien (en équipage multiple) pourvu que les pilotes soient entraînés à faire face à de tels événements.

3.1.8 En 1984, le médecin-chef d'une grande compagnie aérienne britannique a rendu compte des résultats d'une étude sur des cas d'incapacité en vol de pilotes qui demeure la plus complète à ce jour (voir Chapman, 1984). Elle a inclus plus de 1 300 cas d'incapacités « subtiles » dont l'occurrence à des phases critiques du vol a été simulée lors de vérifications de compétence de routine sur simulateur.

3.1.8.1 Pour 500 de ces cas, il a été délibérément planifié que l'incapacité survienne simultanément avec d'autres défaillances majeures dans un scénario de « pire des cas ». Dans les 800 autres cas, il n'a pas été inclus de défaillances majeures, de sorte que « la simulation a porté sur une incapacité subtile survenant à une phase critique du vol, mais comme fait isolé, non aggravé par d'autres défaillances majeures ». Ce dernier scénario est le plus réaliste, le risque qu'une incapacité se produise simultanément avec une défaillance technique majeure étant extrêmement faible.

3.1.8.2 Dans le simulateur, il a été constaté que, sur 400 incapacités « sans complications », une seulement avait abouti à un « crash », le second pilote ayant réussi à prendre le contrôle dans les 399 autres cas. Si certaines hypothèses sont formulées au sujet d'un vol type en équipage multiple, cette connaissance peut être utilisée pour calculer un risque d'incapacité acceptable pour un pilote individuel. Ces hypothèses sont les suivantes (Figure I-3-1) :

1. Chaque vol a une durée d'une heure.
2. Seulement 10 % du temps de vol est critique, à savoir décollage et montée initiale, approche et atterrissage (dans un vol d'une heure, cela inclut la première minute et les trois dernières minutes).
3. Les incapacités du pilote se produisent de manière aléatoire au cours d'un vol.
4. 1 % des incapacités de la vie réelle se produisant au cours de périodes critiques aboutiraient à un accident mortel, ce qui est une façon de voir plus pessimiste que celle mentionnée par les études sur simulateur mentionnées ci-dessus (1 sur 400), où des incapacités simulées pourraient être prévues par l'équipage de conduite.

C'est sur la base de ces quatre hypothèses qu'a été établie ce qui a été appelé la « règle du 1 % ».

La règle du 1 %

3.1.9 Au cours des dernières décennies du XX^e siècle, un certain nombre d'États contractants s'approchaient d'un taux de 1 accident mortel¹ par 10⁷ heures de vol. Certains États contractants se sont donc fixé pour objectif un taux d'accident mortel maximum, quelle qu'en soit la cause, de 1 par 10⁷ heures de vol, la « défaillance » humaine constituant un dixième du risque et une défaillance humaine causée par une incapacité médicale constituant un dixième de ce risque de défaillance humaine, soit un centième du risque total ; autrement dit, l'incapacité médicale ne devrait pas aboutir à un accident mortel plus souvent que 1 fois en 10⁹ heures. Sur la base de ces hypothèses, le pilote d'un avion à deux pilotes pourrait avoir un risque d'incapacité ne dépassant pas 1 en 10⁶ heures, et l'objectif opérationnel d'un taux d'accident mortel pour raison médicale non supérieur à 1 par 10⁹ heures serait atteint, la présence d'un second pilote réduisant le risque d'un facteur 1 000. En effet :

- dans un avion piloté en équipage multiple, seulement 10 % du temps de vol est critique (risque réduit d'un facteur 10), puisqu'il est supposé que les incapacités surviennent de manière aléatoire. C'est donc seulement 1 incapacité en vol sur 10 qui se produira à une étape critique du vol, posant ainsi un risque pour la sécurité aérienne.

1 Un accident mortel est un accident dans lequel une ou plusieurs personnes sont mortellement blessées, du fait de s'être trouvées à bord ou d'avoir été heurtées par un aéronef ou une pièce d'aéronef.

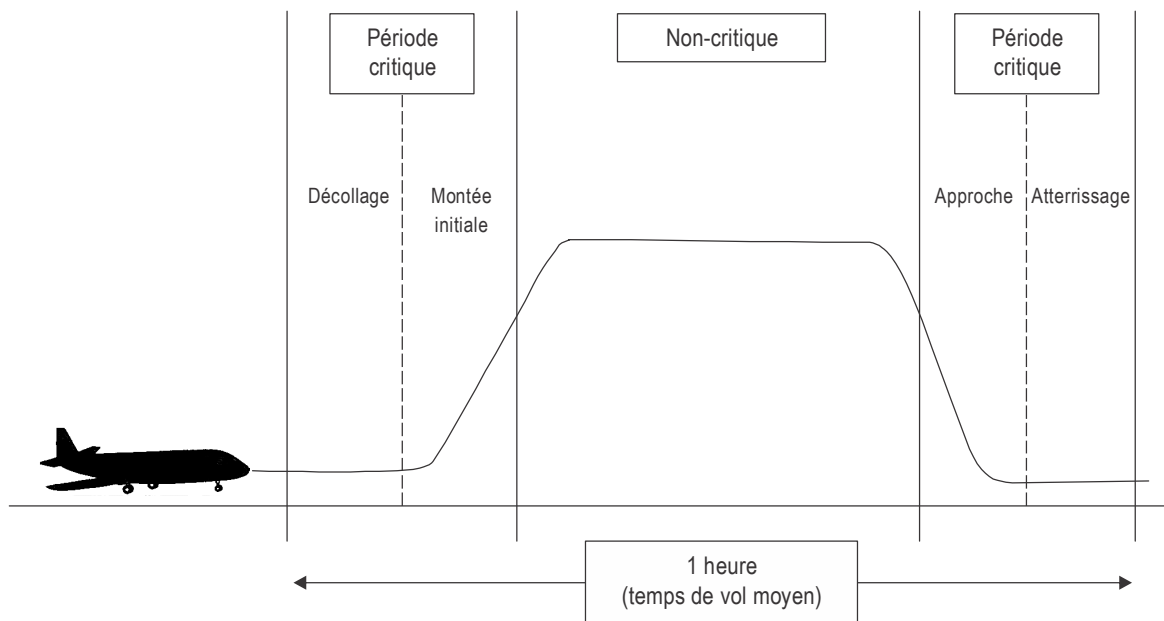


Figure I-3-1. Phases critiques et phase non-critique de vol dans le cas d'un vol d'une heure²

- Sur 100 incapacités se produisant à un stade critique du vol, 1 seulement est susceptible d'aboutir à un accident mortel (risque encore réduit d'un facteur 100).
- La réduction totale du risque avec l'addition d'un second pilote est de $1/10 \times 1/100 = 1/1\,000$, c.-à-d. que le risque d'accident mortel dû à une incapacité du pilote représente un millième du risque qui existe dans le cas d'opérations à un seul pilote.
- Pour un pilote ayant un risque d'incapacité de 1 par 10^6 heures, un second pilote ramène donc le risque d'accident mortel dû à une incapacité du pilote de 1 par 10^6 heures à 1 par 10^9 heures.

3.1.10 Autrement dit, on pourrait s'attendre à ce qu'une incapacité du pilote en vol aboutisse à un accident mortel dans 1 cas sur 1000 seulement, étant donné que dans les 999 autres cas l'autre pilote prendrait la relève en toute sécurité. Pour un pilote pilotant un aéronef en équipage multiple, le risque acceptable d'incapacité peut donc être accru par un facteur 1 000, de 1 en 10^9 heures à 1 en 10^6 heures.³

3.1.11 Un taux d'incapacité de 1 en 10^6 heures correspond approximativement à un taux de 1 % (ou 1 sur 10^2) par an (puisque'il y a 8 760 heures en une année – ce qui est proche de 10^4 heures). Plus explicitement :

- 1 en 10^6 heures = 0,01 en 10^4 heures (en divisant les deux chiffres par 100)
- 0,01 en 10^4 heures = 1 % en 10^4 heures
- 1 % en 10^4 heures correspond approximativement à 1 % par an (puisque'il y a 8 760 heures en une année).

² Tiré de Rainford, D.J. et D.P. Gradwell (éd.) *Ernsting's Aviation Medicine*, Hodder Arnold, 2006.

³ Il est à noter que s'il arrive que deux pilotes ayant un risque d'incapacité de 1 % par an volent ensemble, le risque que l'un d'eux soit atteint d'incapacité lors d'un vol d'une heure est de 2 en 10^6 heures.

3.1.12 Le taux maximal acceptable d'incapacité soudaine de 1 % par an indiqué ci-dessus a été appelé « règle du 1 % ». Cette règle spécifie un taux annuel prévu d'incapacité médicale qui, s'il était dépassé, exclurait un pilote du pilotage d'un aéronef en équipage multiple. Ce chiffre, largement considéré comme un niveau de risque acceptable, a été adopté par les Autorités conjointes de l'aviation européennes comme base d'évaluation du risque aéromédical.

3.1.13 La « règle du 1 % » ne peut être appliquée à un pilote en solo dans des opérations de transport public, car elle est issue d'opérations à deux pilotes et suppose que le second pilote puisse prendre la relève au cas où l'un d'eux subirait une incapacité soudaine. Cependant, certains États ont appliqué aussi la « règle du 1 % » à la population de pilotes privés, sur une base pragmatique, de manière qu'un pilote privé qui développe un problème médical pourrait être autorisé à continuer de voler comme pilote en solo si son risque d'incapacité est inférieur ou égal à 1 % par an. Cette acceptation d'un risque accru d'incapacité chez un pilote privé semble raisonnable, puisque le niveau de sécurité global exigé pour les vols privés est moindre que pour les vols commerciaux ; il serait donc hors de propos d'exiger pour les vols d'un pilote privé une norme médicale applicable aux pilotes professionnels.

3.1.14 La « règle du 1 % » donne une méthode rationnelle, objective, d'évaluation de l'aptitude des candidats. D'autres limites du risque acceptable d'incapacité, telles que 2 % par an, voire plus, ont cependant été suggérées. Le point important est que les États devraient s'efforcer de définir des critères d'aptitude objectifs pour encourager à la cohérence dans la prise de décisions et pour aider à améliorer l'harmonisation mondiale des normes médicales. L'application pratique de la « règle du 1 % » est discutée dans plusieurs chapitres de la Partie III, en particulier le Chapitre 1 (Appareil cardiovasculaire) et le Chapitre 15 (Affections malignes).

Causes d'incapacité en vol

3.1.15 Une forme dramatique d'incapacité du pilote, bien que pas nécessairement la plus dangereuse, est la mort survenant dans le poste de pilotage. Une enquête (1993-1998) sur les cas d'incapacité de membres d'équipage de conduite survenus sur les lignes régulières aux États-Unis a révélé cinq morts dans le poste de pilotage, toutes dues à des maladies cardiovasculaires. Le plus jeune de ces pilotes avait 48 ans lors de son décès. Aucun de ces cas n'a entraîné de dommages à l'avion, ni d'incident opérationnel. Il est à noter que l'OACI a introduit en 1970 l'obligation d'une formation relative à l'incapacité dans les opérations à deux pilotes, ce qui a assurément réduit le risque que présente pour la sécurité aérienne l'incapacité en vol d'un pilote.

3.1.16 Les incapacités dues à une maladie régressant spontanément peuvent être moins dramatiques, mais elles sont beaucoup plus fréquentes. Dans deux études menées en 1968, puis à nouveau en 1988, plus de 3 000 pilotes de ligne ont rempli un questionnaire anonyme incluant des questions visant à établir s'ils avaient déjà subi une incapacité au cours d'un vol. Dans ces deux études, qui ont donné des résultats d'une remarquable cohérence, environ 30 % ont répondu « oui ». Cependant, quelque 4 % seulement considéraient leur incapacité comme une menace directe pour la sécurité des vols. Dans ces deux études, la cause d'incapacité la plus fréquemment citée était la gastro-entérite aiguë (voir le Tableau I-3-1).

3.1.17 Comme on peut le voir, la plupart de ces incapacités sont causées par des dérangements gastro-intestinaux, généralement impossibles à prédire, pouvant aussi bien ne représenter guère plus que divers degrés de gêne et de dérangement qu'être complètement incapacitants. Voici un exemple tiré du compte rendu d'un pilote :

Le vol s'est déroulé normalement jusqu'au moment de l'incident. À peu près à mi-chemin entre LAS et LAX, peu après avoir atteint le régime de croisière, j'ai ressenti de vives douleurs abdominales qui m'ont bientôt rendu incapable d'assurer le vol en toute sécurité. J'ai passé les commandes au copilote et demandé au mécanicien navigant de prendre sa place, tandis que j'étais étendu au sol dans le poste de pilotage en proie à de vives douleurs.

**Tableau I-3-1. Causes d'incapacité
chez les pilotes de ligne, par ordre de fréquence.
(Adapté de Buley, 1969 ; Green and James, 1991)**

1.	Perte de contrôle intestinal (21 %) et « autres » symptômes gastro-intestinaux (54 %)	75 %
2.	Maux d'oreille/oreille bouchée	8 %
3.	Malaise/faiblesse générale	7 %
4.	Maux de tête, y compris la migraine	6 %
5.	Vertiges/désorientation	4 %

Le vol a atterri à LAX sans incident, avec le copilote . . . aux commandes. L'équipage a demandé une ambulance....

J'ai été transporté à l'hôpital Daniel Freeman de LAX où une gastroentérite a été diagnostiquée. Je pense que dans notre langage cela s'appelle une intoxication alimentaire. Après avoir pris les médicaments prescrits, je me suis senti beaucoup mieux et j'ai pu quitter l'hôpital.

Heureusement, il est rare que la gastroentérite survienne de façon tellement soudaine qu'un passage des commandes ne puisse être planifié, ce qui réduit le risque pour la sécurité des vols.

3.1.18 Il est clair que l'incapacité de pilotes est à la fois un problème aéromédical traditionnel et un simple problème de formation. Dès 1970, un ancien chef de la Section de médecine aéronautique de l'OACI écrivait :

« . . . reconnaître l'incapacité de pilotes en service ... comme partie permanente du paysage de l'industrie du transport aérien dans l'avenir prévisible semble constituer une position médicale constructive, plutôt que défaitiste. De plus, il apparaît essentiel que les disciplines de conception, de gestion, d'exploitation, de formation et de délivrance des licences reconnaissent qu'il faut accorder à l'incapacité d'un pilote le poids qui convient ... dans l'évaluation générale du niveau de sécurité réalisable dans la pratique ».

3.1.19 On ne peut se fier au seul dépistage médical pour réduire à un niveau minimum acceptable le danger de l'incapacité, même si des normes médicales nettement plus rigoureuses étaient appliquées. D'autres aspects importants comprennent l'éducation des pilotes concernant les causes d'incapacité, leur entraînement au passage des commandes en sécurité dans de tels cas et, en particulier, une bonne hygiène alimentaire et des repas séparés, à faible risque, pour l'équipage de conduite. Du point de vue opérationnel/de la formation, la maxime selon laquelle « tout pilote peut à tout moment subir une incapacité » est pertinente.

Formation relative à l'incapacité du pilote

3.1.20 La formation des pilotes à une reconnaissance précoce de l'incapacité et au passage des commandes en toute sécurité, dont les États-Unis ont été les pionniers, a été fort efficace pour la prévention d'accidents résultant d'une incapacité physique. Elle semble moins efficace dans le cas de l'incapacité mentale. Dans la majorité des accidents résultant d'une défaillance humaine, quelle qu'elle soit, une dégradation de la performance résultant d'un état sub-clinique, tel que troubles anxieux légers ou dépression, perte du sommeil ou perturbations du rythme circadien, est un facteur important dans ce domaine de l'incapacité relative. Même si, la plupart du temps, il ne pose guère de problème au niveau

de l'équipage de conduite, l'usage problématique de substances psychoactives est susceptible de prendre plus d'importance à mesure que leur usage général dans la société s'accroît.

3.1.21 Les incapacités peuvent être classées en deux catégories opérationnelles : « incapacité manifeste » et « incapacité subtile ». Les incapacités manifestes sont celles qui sont immédiatement apparentes pour les autres membres d'équipage. Leur apparition peut être « soudaine » ou « insidieuse » et elles peuvent se traduire par une incapacité totale de poursuivre les fonctions exercées. Les incapacités subtiles, souvent de nature partielle, peuvent être insidieuses car le pilote affecté pourrait être apparemment en bonne forme et rester aux commandes, mais avec un niveau de performance qui n'est pas optimal. Le pilote pourrait n'être pas conscient du problème ou n'être pas capable de l'évaluer rationnellement. Les incapacités subtiles peuvent créer de sérieux problèmes opérationnels.

3.1.22 Une série de 81 simulations d'incapacités, manifestes ou subtiles, a montré que les pilotes ont besoin de deux types d'aide : en premier lieu, il faut qu'existe une méthode permettant de détecter des incapacités subtiles avant que celles-ci ne deviennent critiques sur le plan opérationnel ; ensuite, une fois ces incapacités reconnues, il faut pouvoir les traiter méthodiquement. Il a été constaté que toutes les incapacités du pilote créent trois problèmes fondamentaux pour le reste de l'équipage, que l'incapacité soit manifeste ou subtile et que l'équipage compte deux ou plusieurs membres. Bien que cette étude ait été effectuée il y a de nombreuses années, ses recommandations sont toujours valables. En cas d'incapacité en vol, les autres membres de l'équipage de conduite devront :

- a) garder la maîtrise de l'avion ;
- b) s'occuper du membre d'équipage frappé d'incapacité ;
(Un pilote en état d'incapacité peut constituer un danger dans le poste de pilotage et, de toute manière, son cas serait source de distraction pour les autres membres d'équipage. Il convient donc que la responsabilité de ce pilote soit confiée au personnel de cabine et qu'il soit de préférence éloigné du poste de pilotage).
- c) réorganiser le poste de pilotage et assurer l'atterrissage de l'avion en toute sécurité.

Ces trois mesures sont devenues la marche à suivre pour le traitement d'une incapacité en vol. Il convient de prendre ces mesures séparément, et dans l'ordre.

La règle des « deux communications verbales »

3.1.23 La règle des « deux communications verbales » a été établie pour répondre à la nécessité d'une méthode de détection des incapacités subtiles avant qu'elles ne deviennent critiques sur le plan opérationnel. La règle s'énonce comme suit : « Les membres de l'équipage de conduite devraient avoir un niveau élevé de suspicion d'une incapacité "subtile" dès que l'un d'eux ne répond pas de façon adéquate à deux communications verbales, ou ne répond pas comme il convient à une communication verbale associée à un écart important par rapport à une procédure opérationnelle standard ou à un profil de vol standard ». Cette règle est facile, claire et efficace.

Incapacité cognitive

3.1.24 Des incapacités d'une catégorie particulière ont été qualifiées de « cognitives ». Le problème qu'elles créent est de savoir comment traiter un pilote qui est « mentalement désorienté, en état d'incapacité mentale, ou obstiné, tout en étant physiquement apte et capable de répondre ». Dans cette catégorie, c'est le cas du pilote commandant de bord qui est le plus difficile à résoudre.

3.1.25 Les incapacités cognitives semblent avoir une base psychologique, mais dans certains cas les causes sous-jacentes sont pathologiques, comme dans le cas d'une tumeur au cerveau, causant une performance erratique.

Rétrospectivement, il semble y avoir souvent d'amples avertissements d'un problème imminent. Dans la plupart des cas d'incapacité cognitive, le pilote présente un comportement manifestement inapproprié, comportant action ou inaction, et le comportement inhabituel est associé à des défauts de compréhension, de perception ou de jugement.

3.1.26 Il est rare que ces types d'incidents se produisent isolément ; dans la plupart des cas, en effet, ils correspondent à un schéma de comportement. Deux extraits de rapports à l'ASRS de la NASA (*National Aeronautics and Space Administration's Aviation Safety Reporting System*) illustrent le caractère répétitif — ou schéma — de ce qui peut être des exemples de cette zone grise, mais importante, qui pose problème.

- a) « À deux reprises nous avons traversé en descente l'altitude qui nous était assignée. J'étais le copilote et faisais tous les énoncés... . Les deux fois, en plus des énoncés requis, j'ai informé le pilote aux commandes que nous traversions cette altitude. Ses réactions étaient lentes : une fois nous avons continué à descendre 400 pieds au-dessous de l'altitude assignée, et l'autre fois 500 pieds au-dessous. De plus, ses ajustements de vitesse et de cap manquaient de précision... . »

Le correspondant ajoutait par téléphone :

« ... Le pilote commandant de bord avait un comportement quasi catatonique en réagissant aux énoncés d'altitude indiquant que nous descendions plus bas que l'altitude assignée. Ses réactions étaient nettement très tardives. Les autres aspects du vol étaient plutôt normaux, si ce n'est qu'il a manqué plusieurs communications radio. C'était comme s'il ne les entendait tout simplement pas... . »

- b) Extrait d'un appel téléphonique à un pilote rendant compte d'un incident différent :

« Le correspondant pense que le commandant de bord souffre d'un problème grave et persistant d'incapacité 'subtile'. L'incident signalé (comportant plusieurs écarts d'altitude successifs) ... s'est produit lors du premier vol du mois. Le reste du mois, le comportement du commandant de bord a présenté les mêmes caractéristiques, avec de nombreux cas de très piètre performance Il semble qu'en avion il raisonne de plus en plus lentement. Il faut lui rappeler les choses plusieurs fois, même lorsqu'il s'agit de signer les documents exigés »

3.1.27 Le non-respect délibéré de règles et procédures établies est un très ancien problème et le pilote « non conformiste » n'est nullement un phénomène nouveau. Un médecin-chef a présenté des observations sur les difficultés de traiter d'un comportement aberrant dans le domaine médical. Le paragraphe qui suit est tiré de son exposé à un colloque de médecins examinateurs en aviation dans les années 1980 :

Comme l'alcoolisme . . . les troubles psychiatriques donnant lieu à un comportement inhabituel sont souvent dissimulés. Il y a cependant là une réelle difficulté, car l'aviation attire des excentriques — en fait, l'aviation n'est parvenue à son état actuel qu'à cause d'excentriques. Il est souvent fort difficile de définir les démarcations entre normalité, excentricité et troubles psychiatriques, et il n'est pas rare qu'un individu les franchisse d'un jour à l'autre. La définition de l'OACI — (troubles) « ayant entraîné à plusieurs reprises des actes manifestes » — indique utilement la nécessité d'une enquête, à tout le moins.

3.1.28 La nature des activités de transport aérien est telle que les personnes qui sont le mieux en mesure de constater des actes manifestes répétés et, d'un point de vue pratique, les seules qui soient bien placées pour le faire, sont les autres membres d'équipage. Cela crée un type différent de problème de gestion des ressources. C'est souvent un défi évident pour la direction. C'est aussi un défi pour les organismes représentant les pilotes.

3.1.29 La limitation du risque d'incapacité dépend d'une surveillance opérationnelle efficace. Une exigence essentielle pour cette surveillance est que tous les membres de l'équipage de conduite sachent, à tout moment, ce qu'il faut faire avec l'avion et ce qui peut lui arriver. C'est une des plus importantes raisons d'observer des procédures d'exploitation normalisées (*standard operating procedures*, SOP) et de suivre des profils de vol normalisés. L'importance

réelle des SOP réside autant dans le domaine du transfert de l'information que dans ce qui est à considérer comme un bon pilotage. Une stricte observation des SOP contribue au transfert optimal de l'information tout comme le fait l'emploi d'expressions normalisées dans les communications du contrôle de la circulation aérienne.

3.1.30 La détection d'incapacités subtiles peut être indirecte, si un pilote n'a pas pris certaines dispositions prévues. Si, par exemple, le pilote qui effectue l'approche pour atterrir perd conscience en silence tout en maintenant sa position corporelle, l'autre pilote pourrait ne pas avoir conscience de la situation de son collègue jusqu'à une interruption de l'ordre prévu des événements. Des communications verbales régulières, intégrées dans les procédures d'exploitation standard, et l'emploi de la « règle des deux communications verbales » seront utiles pour déceler une incapacité subtile, spécialement lorsque des actions physiques de commande ne sont pas nécessaires, comme c'est le cas, par exemple, dans l'approche automatique.

Concept d'« équipage à sécurité intégrée »

3.1.31 L'objet de la constitution d'un « équipage à sécurité intégrée » est d'assurer que le nombre de membres d'équipage de conduite soit suffisant pour faire face à la charge de travail de chacun d'eux et de rendre possible l'entière intégration des membres au sein de cette équipe, de manière à constituer un équipage dans lequel il y a toujours aux commandes au moins un pilote entièrement compétent. Idéalement, les actions de chaque membre d'équipage devraient être constamment surveillées par son ou ses collègues. Le concept vise à réaliser une sécurité maximale dans l'exploitation aérienne et une répartition équitable de la charge de travail dans le poste de pilotage, de manière à assurer que l'équipage puisse répondre à toutes les exigences, y compris les pics d'exigences, par mauvaises conditions météorologiques ou en situation d'urgence — telle qu'une incapacité du pilote en vol.

3.1.32 Le concept d'« équipage à sécurité intégrée » est l'élément clé pour traiter avec succès de toute forme d'incapacité du pilote. Un appui à tous les niveaux de la direction et de la représentation des pilotes est nécessaire pour concrétiser le concept dans la pratique. Une solide formation sur simulateur, renforcée par un programme d'éducation approprié, est une condition requise

3.1.33 L'histoire de la limitation du risque d'incapacité dans le transport aérien est l'histoire de progrès réalisés en une série de petites étapes, mais qui n'en sont pas moins importantes. Apprendre à gérer le risque d'incapacité cognitive reste un objectif important.

Gestion des ressources en équipe

3.1.34 Dans les activités aériennes modernes, l'entraînement de type vol de ligne (LOFT) insiste sur la contribution substantielle que la gestion des ressources en équipe apporte à la sécurité des vols.

3.1.35 Un commandant de bord représentant une association de pilotes a expliqué le concept comme suit : « ... Un des éléments fondamentaux de ce concept est qu'il incombe à tout membre d'équipage éprouvant de l'incertitude, un sentiment d'insatisfaction, ou autre, de faire part de sa préoccupation au pilote commandant de bord. En fait, il ne serait pas exagéré de dire que si ce dernier créait un climat tel qu'un membre de son équipage hésiterait à faire une observation sur une mesure quelconque, il manquerait à son devoir de pilote commandant de bord ... »

3.1.36 La formation à la coopération en équipe, dite gestion des ressources en équipe (CRM), est maintenant assurée par la plupart des grandes compagnies aériennes, mais souvent elle ne l'est pas dans la même mesure par les petits exploitants. Dans les petites compagnies, les procédures sont moins normalisées et un plus haut degré d'individualité est toléré, de sorte que l'on peut s'attendre à ce que les problèmes comportementaux soient plus courants, et l'expérience a montré que tel était le cas. Depuis plusieurs années, la CRM s'est élargie pour inclure les interactions entre équipage de conduite et équipage de cabine, en reconnaissance du fait que des membres de l'équipage de cabine peuvent parfois posséder des connaissances pertinentes sur le plan opérationnel que ne possède pas l'équipage de conduite. Cela a été démontré de façon dramatique au Royaume-Uni en 1989, lorsqu'un équipage de conduite d'un Boeing 737 a coupé un

moteur qui n'était pas le bon. Les pilotes avaient cru cette action correcte alors que le personnel de cabine avait vu des flammes sortir de l'autre moteur, information qui n'avait malheureusement pas été communiquée à l'équipage de conduite. Plusieurs passagers et membres d'équipage ont été tués ou grièvement blessés dans le crash qui a suivi.

3.1.37 La plupart des gens seraient d'accord pour dire que la formation CRM est utile pour promouvoir la sécurité des vols, mais son évaluation est plus controversée. Les relations interpersonnelles ne sont pas particulièrement mesurables, et les pilotes éprouvent beaucoup de suspicion au sujet de tout processus qui tente, ou semble tenter, de mesurer la personnalité.

Normes médicales et prévention de l'incapacité en vol du pilote

3.1.38 Un des buts principaux des examens médicaux et de la détermination de l'aptitude physique et mentale d'un candidat est d'évaluer la probabilité qu'un état pathologique entraîne une incapacité en vol. C'est seulement sur la base d'une telle évaluation que le service de délivrance des licences pourra envisager objectivement une certification compatible avec les normes généralement admises de sécurité des vols. C'est dans ce contexte qu'il est question ci-dessus de la « règle du 1 % ».

3.1.39 Dans bien des cas, le médecin-examineur aura des difficultés à établir une telle évaluation, faute de données épidémiologiques prédictives pour l'état dont il s'agit ou, s'il en existe, parce que ces données ne sont pas facilement applicables au contexte de l'aviation. La situation s'améliore cependant. On dispose de chiffres pour le risque d'événement cardiaque ultérieur chez un individu qui se rétablit d'un problème cardiaque courant, tel qu'un infarctus du myocarde. Des chiffres peuvent être disponibles aussi pour certaines pathologies relativement courantes, telles que le risque de métastases cérébrales dues à la réapparition d'un mélanome après une intervention chirurgicale, ou de récurrence après une première crise d'épilepsie. On se rappellera qu'un état pathologique chez un pilote qui pourrait n'entraîner qu'une perte d'efficacité ou une légère baisse de la sécurité dans un avion à équipage multiple serait susceptible d'impliquer un grand risque dans le cas de vols à un seul pilote.

3.1.40 Cependant, des exigences médicales plus rigoureuses ne peuvent pas, à elles seules, limiter suffisamment le risque pour la sécurité des vols que constitue la possibilité d'incapacité en vol. Le maintien au sol de pilotes âgés ayant des problèmes médicaux peut avoir un prix élevé en termes de sacrifice de l'expertise d'un pilote. Ceci pourrait, paradoxalement, avoir l'effet opposé de celui qui est recherché, car la sécurité des vols pourrait souffrir si des pilotes âgés éprouvant des problèmes de santé mineurs étaient remplacés par des pilotes plus jeunes et en meilleure santé, mais moins expérimentés. En même temps, il semble raisonnable de supposer qu'une expérience de vol sans problèmes pourrait nourrir un excès de confiance en soi, et aussi que de l'expérience obtenue il y a longtemps, sur des types d'avions qui ne volent plus et avec des systèmes de navigation et autres équipements qui ne sont plus utilisés, pourrait être de peu d'utilité aujourd'hui. Malheureusement, les données établissant un rapport entre l'expérience d'un pilote et le risque d'accident sont rares, quoiqu'il n'y ait que peu d'éléments donnant à penser que le risque change beaucoup entre 60 et 65 ans ; en 2006, la limite d'âge supérieure a été relevée (de 60 ans) à 65 ans pour les pilotes professionnels d'avions à équipage multiple.

3.1.41 Il convient de mentionner aussi que des normes médicales très exigeantes, au moins celles qui sont perçues comme injustes par les titulaires de licence, pourraient aboutir à ce que des candidats cachent au médecin-examineur des renseignements médicaux importants, ce qui entraînerait une baisse de sécurité des vols. Les antécédents médicaux étant généralement plus importants que l'examen médical pour mettre en évidence des états préoccupants pour la sécurité des vols, il est souhaitable qu'un candidat ait la conviction d'être traité équitablement s'il indique volontairement qu'il a un certain problème de santé. En coopération avec toutes les parties prenantes, y compris les organismes représentant les titulaires de licence, les États devraient s'efforcer de développer la culture appropriée pour réduire ce risque à un minimum.

Décision fondée sur des preuves

3.1.42 Une évaluation continue des incapacités du pilote en vol en tant que danger pour la sécurité des vols exige une collecte de données s'y rapportant. Le compte rendu à l'OACI des incidents liés à une incapacité fait partie intégrante d'un système de compte rendu d'accidents/incidents à travers le monde, mais il présente deux difficultés majeures : en premier lieu, les données sont incomplètes, car tous les États contractants n'envoient pas les informations sur les accidents et incidents ; en second lieu, les données sont rarement évaluées et classées par du personnel qui comprend les implications médicales. De plus, le caractère confidentiel des renseignements communiqués est souvent un handicap pour les États contractants qui ont leur propre système de compte rendu. C'est ainsi, par exemple, qu'un rapport présenté suite à une incapacité est souvent déposé par un autre membre de l'équipage qui ne révèle pas le nom de la personne qui en a été victime, ce qui rend un suivi difficile.

3.1.43 De plus, des données sur les incapacités classées sur la base du diagnostic d'un profane pourraient être inexactes ou trompeuses : un pilote s'effondrant en proie à des douleurs abdominales pourrait souffrir d'une incapacité due à un problème parmi d'autres, mais les autres membres d'équipage diagnostiqueront sans doute un dérangement gastro-intestinal. Le diagnostic n'est peut-être pas essentiel au moment de l'incapacité, mais il est important pour surveiller les normes médicales et déterminer où un certain effort aura un maximum d'utilité, s'agissant de réduire les incidences d'incapacités en vol. Il est nécessaire de porter attention à la conception d'une méthode plus précise, internationale de préférence, pour enregistrer et classer les incapacités en vol. Ces dernières années, l'OACI a pris l'initiative d'exiger qu'un système de gestion de la sécurité (SGS) soit intégré dans la gestion quotidienne des aéroports, du contrôle de la circulation aérienne et des compagnies aériennes. La mesure et l'enregistrement des événements touchant à la sécurité, et la fixation d'objectifs, font partie intégrante des SGS. Des dispositions médicales de l'Annexe 1 devenues applicables depuis 2010 (1.2.4.2) recommandent l'application des principes de gestion de la sécurité au processus d'évaluation médicale des titulaires de licence, y compris l'analyse régulière des cas d'incapacité en vol. Il faut espérer que cette évolution stimulera une application des normes aéromédicales davantage basée sur des faits. Les principes de gestion de la sécurité appliqués au processus de certification médicale sont abordés plus en détail dans la Partie I, Chapitre 1, du présent manuel.

3.2 CONCLUSIONS

3.2.1 L'incapacité de pilotes en vol est un danger pour la sécurité et l'on sait qu'elle a été cause d'accidents. Elle se produit plus fréquemment que bien d'autres situations d'urgence pour lesquelles une formation est couramment donnée, telles qu'une brusque décompression. L'incapacité peut se produire sous différentes formes, depuis la mort soudaine jusqu'à une perte partielle de fonction qu'il n'est pas facile de détecter, et elle s'est produite dans tous les groupes d'âge des pilotes et à toutes les phases de vol.

3.2.2 Il est important de reconnaître les ramifications opérationnelles de l'incapacité du pilote. Les médecins qui travaillent pour des organismes de réglementation devraient être parfaitement informés des aspects opérationnels.

3.2.3 L'instruction et l'entraînement de l'équipage de conduite concernant les mesures à prendre en cas d'incapacité en vol d'un pilote devraient inclure une prompt reconnaissance de l'incapacité, ainsi que les mesures appropriées à prendre par les autres membres de l'équipage de conduite.

RÉFÉRENCES

- Booze, C.F., "Sudden in-flight incapacitation in general aviation," Federal Aviation Administration, Report Number DOT/FAA/AM/87/7, août 1987.
- Buley, L.E., "Incidence, causes and results of airline pilot incapacitation while on duty," *Aerospace Medicine*, janvier 1969, Vol. 40, No. 1, pp. 64-70.
- Chapman, P.J., "The consequences of in-flight incapacitation in civil aviation," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, juin 1984, Vol. 55, No. 6, pp. 497-500.
- Cooper, Capt., cité par Gordon Vette, *Impact Erebus*, Hodder and Stoughton, Auckland, 1983, p. 246.
- Eastburn, Mack, "World-wide jet transport experience," Flight Safety Foundation International Air Safety Seminar, Johannesburg, Afrique du Sud, 6-9 septembre 1982.
- Evans, A.D.B., "International regulation of medical standards," in *Ernsting's Aviation Medicine*, D.J. Rainford, and D.P. Gradwell (eds.), Hodder Arnold, Londres, 2006.
- Green, R. and M.R. James, "In-flight incapacitation survey," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, novembre 1991, Vol. 62, No. 11, pp. 1 068-1 072.
- Lauber, J.K., "Information Transfer in Flight Operations," International Federation of Air Line Pilots Symposium on Human Factors, Washington, D.C., 8-10 février 1977.
- Lederer, Jerome, "Subtle pilot incapacitation," 29th Annual SAFE Symposium, Las Vegas, Nevada, 6-8 décembre 1982.
- "Psychology of co-pilot assertiveness," Proceedings of the Second Symposium on Aviation Psychology, Columbus, Ohio, 25-28 avril 1983.
- Li, G., "Pilot-related factors in aircraft crashes: a review of epidemiologic studies," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, October 1994, Vol. 65, No.10, Part 1, pp. 944-52.
- Manual on Laser Emitters and Flight Safety* (Doc 9815), International Civil Aviation Organization, Montréal, Canada, 2003.
- Manuel sur la prévention de l'usage de substances posant problème sur les lieux de travail en aviation* (Doc 9654), Organisation de l'aviation civile internationale, Montréal, Canada, 1995.
- Mitchell, S.J., and A.D.B. Evans, "Flight safety and medical incapacitation risk of airline pilots," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, mars 2004, Vol. 75, No. 3, pp. 260-68.
- Orlady, H.W., "On-duty Incapacitation," *Air Line Pilot*, janvier 1968.
- "Operational aspects of pilot incapacitation in a multicrew airliner," présenté à la Bethesda Conference, American College of Cardiology, 27 avril 1975, Bethesda, Maryland, et publié dans *American Journal of Cardiology*, 31 octobre 1975, Vol. 36, Issue 5, pp. 584-88.
- "Pilot Incapacitation Revisited," 1984 SAE Aerospace Congress and Exposition, Long Beach, CA, 15-18 octobre 1984.
- "Resource Management Training for the Small Operator," Proceedings of the Second Symposium on Aviation Psychology, Columbus, Ohio, 25-28 avril 1983.

Pinkle, Irving, cité dans United Airlines Flight Safety Information Bulletin No. 80-1, 4 février 1980.

Tunstall-Pedoe, H., "Risk of a coronary heart attack in the normal population and how it might be modified in flyers," *European Heart Journal*, 1984, Vol. 5 (Supplement A), pp. 43-49.

——— "Cardiovascular risk and risk factors in the context of aircrew certification," *European Heart Journal*, 1992, Vol. 13 (Supplement H), pp.16-20.

"United Airlines DC-8, Portland, OR., 28 December 1978," National Transportation Safety Board Aircraft Accident Report, NTSB-AAR-79-7, 7 juin 1979.

PARTIE II
PHYSIOLOGIE AÉRONAUTIQUE

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 1. FACTEURS PHYSIOLOGIQUES TOUCHANT LA SÉCURITÉ DES VOLS	II-1-1
1.1 Introduction	II-1-1
Généralités	II-1-1
Facteurs humains spécifiés dans les Annexes	II-1-1
Milieu de travail	II-1-2
1.2 Physique de l'atmosphère	II-1-4
Pression barométrique	II-1-4
Hypoxie	II-1-7
1.3 Dispositifs de protection	II-1-9
Pressurisation de la cabine	II-1-9
1.4 Décompression	II-1-10
1.5 Ozone	II-1-11
1.6 Effets de l'accélération	II-1-12
Accélérations de courte durée	II-1-12
1.7 Illusions sensorielles	II-1-12
1.8 Rayonnement cosmique	II-1-14
1.9 Communications	II-1-17
1.10 Charge de travail de l'équipage de conduite et ses effets sur la performance.....	II-1-18
Fatigue	II-1-18
Autres lectures	II-1-19

Chapitre 1

FACTEURS PHYSIOLOGIQUES TOUCHANT LA SÉCURITÉ DES VOLS

1.1 INTRODUCTION

Généralités

1.1.1 Tout au long de leur évolution, la plupart des mammifères supérieurs, y compris les humains, se sont biologiquement adaptés à une existence dans l'atmosphère terrestre au niveau de la mer ou à proximité. L'éloignement de cet habitat naturel pendant un vol peut provoquer des perturbations graves, et parfois mortelles, à moins que des ajustements physiologiques appropriés n'aient le temps de se produire ou que des moyens artificiels de maintien des fonctions vitales ne soient employés, en fonction de l'altitude du vol et de la durée d'exposition.

1.1.2 Le présent chapitre a pour objet de faire mieux connaître au médecin-examineur désigné certains des principes de base de la physiologie aéronautique dans le contexte des conditions de travail et du milieu de l'aviation civile ; il contient aussi une brève description des rapports de l'homme et de la machine, des exigences physiques et mentales imposées au personnel de l'aviation, et des aspects médico-biologiques qui favorisent la sécurité de l'aviation civile. Cependant, un chapitre à lui seul ne rend pas justice à cet important sujet, et le lecteur intéressé est donc renvoyé pour plus d'information à l'un des manuels standard de médecine aéronautique. Deux exemples de ces textes sont cités à la fin du présent chapitre.

1.1.3 L'élément humain est l'élément le plus important du système de l'aviation, et un équipage en bonne santé et compétent est une condition requise pour un vol sûr et efficace. Les principes qui sous-tendent la certification initiale et le maintien de l'intégrité de l'homme et de la machine sont, en fait, analogues.

1.1.4 Les progrès de la recherche aéronautique et les améliorations de la technologie ont contribué à réduire la probabilité de défaillances du système homme-machine. L'homme étant un des éléments vitaux de ce système, il convient qu'il soit correctement évalué, sur les plans somatique et psychologique, compte tenu des exigences pour la tâche à accomplir.

1.1.5 Le développement rapide de l'aviation au cours des dernières décennies et le nombre toujours croissant de personnes de tous âges qui profitent des voyages aériens ont stimulé des recherches poussées sur les effets physiologiques de l'altitude, pour définir des limites d'exposition tolérables et sûres et développer les mesures de protection les plus efficaces. À cet égard, le présent chapitre contient une brève description de certaines nécessités technologiques, p. ex. la pressurisation des cabines et l'alimentation en oxygène, qui permettent la vie dans des environnements autrement hostiles.

Facteurs humains spécifiés dans les Annexes

1.1.6 Les documents normatifs de l'OACI — les Annexes — contiennent de nombreuses mentions des facteurs humains en aviation. L'Annexe 1, § 1.2.4.5.1, spécifie que « Les médecins-examineurs auront reçu une formation en médecine aéronautique et recevront une formation de recyclage à intervalles réguliers. Avant d'être nommés, ils

démontreront qu'ils possèdent une compétence suffisante en médecine aéronautique ». De plus, le § 1.2.4.5.2 spécifie que « Les médecins-examineurs auront une connaissance et une expérience pratiques des conditions dans lesquelles les titulaires de licences et de qualifications exercent leurs fonctions » ; il est suivi d'une Note selon laquelle « Une expérience en vol ou en simulateur, l'observation sur place ou toute autre expérience pratique que le service de délivrance des licences juge conforme à cette disposition sont des exemples de connaissance et d'expérience pratiques ».

1.1.7 Le Chapitre 1 de la Partie I du présent manuel décrit aussi les dispositions pertinentes de l'Annexe 6 relatives à l'oxygène en vol et à l'aptitude physique et mentale des membres d'équipage de conduite. Le Chapitre 17 de la Partie III traite de la fatigue.

1.1.8 Le § 6.12 de l'Annexe 6, Partie 1, décrit les dispositions pertinentes concernant les détecteurs de rayonnement à emporter par les avions appelés à évoluer au-dessus de 15 000 m (49 000 ft).

Milieu de travail

1.1.9 Le médecin-examineur désigné doit avoir une bonne connaissance de la conception et du fonctionnement des postes de pilotage des avions et des tours de contrôle de la circulation aérienne, pour être en mesure de bien évaluer les titulaires de licence. Les postes de pilotage des avions sont conçus de manière que chaque membre d'équipage puisse remplir ses fonctions au mieux, non seulement dans les conditions normales mais aussi dans des conditions critiques, par exemple lorsque la charge de travail est maximale. La Figure II-1-1 présente sous forme graphique les principaux facteurs à prendre en compte dans ce milieu de travail. Les informations étant recueillies en majeure partie par les yeux, il faut considérer les limitations de la vision humaine en ce qui concerne tant l'acuité que la taille et la forme des champs visuels périphériques et la perception des couleurs, par rapport aux problèmes d'accès aux informations visuelles présentées tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du poste de pilotage.



Figure II-1-1. Poste de pilotage d'un Airbus 330 (avec l'autorisation d'Airbus)

1.1.10 La position et la manœuvre des commandes et des instruments de vol sont fondamentales. Il devrait être facile pour l'équipage d'atteindre chacune des commandes et tous les instruments devraient être facilement lisibles. Ceci permettra que le pilote acquière les informations sans interférence (acquisition sensorielle) et actionne efficacement toutes les commandes (fonction d'effecteur).

1.1.11 La charge de travail du contrôleur aérien est très variable. Elle dépend de facteurs tels que le nombre d'aéronefs à contrôler, la complexité des routes aériennes, la vitesse de chacun des avions et les mouvements des avions les uns par rapport aux autres, ceci comprenant des aéronefs plus ou moins lents ou rapides, et un trafic d'arrivées, de départs et en route.

1.1.12 La Figure II-1-2 donne un exemple du milieu de travail de contrôleurs aériens. Il est à noter que les fonctions des contrôleurs exigent une bonne dextérité manuelle et une bonne coordination neuromusculaire. Elles exigent aussi une bonne acuité visuelle, tant à distance que pour la lecture, et le codage couleur de nombreuses informations rend nécessaire une excellente perception des couleurs. De plus, les contrôleurs aériens devraient être capables de porter attention à plusieurs tâches simultanément.



**Figure II-1-2. Contrôleurs aériens à leurs postes de travail
(avec l'autorisation de Lockheed Martin)**

1.2 PHYSIQUE DE L'ATMOSPHÈRE

Pression barométrique

1.2.1 La terre est entourée d'une mince couche de gaz et de vapeurs dans laquelle deux forces s'opposent : l'énergie cinétique des molécules de gaz qui les éloigne les unes des autres, et l'attraction gravitationnelle due à la masse terrestre. Cette attraction est inversement proportionnelle au carré de la distance. L'action de ces deux forces entraîne une diminution de la densité atmosphérique, et donc une diminution de la pression barométrique qui suit une courbe exponentielle avec l'augmentation de l'altitude. D'autres phénomènes sont associés à cette variation de pression : chute de température, augmentation de l'intensité du rayonnement solaire, etc. D'un point de vue biologique, la chute de la pression barométrique est la caractéristique la plus marquée du climat en altitude. Les manifestations directement liées à la diminution de la pression barométrique en elle-même sont de deux types :

- a) mécanique (dilatation des gaz piégés) ;
- b) biologique (chute de la pression partielle d'oxygène).

1.2.2 La composition chimique de l'atmosphère demeure constante jusqu'à une altitude d'environ 25 km (82 000 ft). La fraction d'oxygène est de 20,94 % et la pression partielle (p_{O_2}), qui varie de manière directement proportionnelle à la pression barométrique totale (PB), peut être calculée selon la formule suivante pour les gaz secs :

$$P_{O_2} = P_B \times 0,2094 \quad (1)$$

1.2.3 Lorsqu'il pénètre dans les voies respiratoires, le gaz inspiré devient immédiatement saturé en vapeur d'eau à la température du corps. La pression partielle exercée par la vapeur d'eau à 37 °C (98,6 °F) est toujours égale à 47 mm de mercure (Hg), indépendamment de la pression barométrique totale. Ce fait pose un problème particulier en médecine aéronautique, puisqu'il est évident qu'avec l'augmentation de l'altitude la pression de la vapeur d'eau représente une proportion croissante des éléments gazeux de l'atmosphère qui sont inhalés. Compte tenu de la pression de la vapeur d'eau, il faut modifier comme suit la formule (1) :

$$P_{O_2} = (P_B - 47) \times 0,2094 \quad (2)$$

1.2.4 Les opérations aéronautiques se déroulant dans un environnement différent de l'habitat normal des êtres humains, le médecin-examineur désigné devrait bien connaître les caractéristiques physiques de l'environnement dans lequel le personnel de conduite est appelé à travailler.

1.2.5 Le Tableau II-1-1 montre les relations entre l'altitude, la pression barométrique et la température dans l'atmosphère type.

1.2.6 L'éventail des conditions environnementales rencontrées en aviation civile varie beaucoup, depuis celles qui sont caractéristiques des petits avions et des planeurs non pressurisés, jusqu'à celles que rencontrent les avions à réaction subsoniques et, éventuellement, supersoniques.

1.2.7 La Figure II-1-3 montre la relation entre la pression barométrique et le plafond opérationnel des avions, caractérisée par une baisse de la pression avec l'augmentation de l'altitude.

1.2.8 Le Tableau II-1-2 présente les effets physiologiques de l'hypoxie à différentes altitudes.

**Tableau II-1-1. Relation entre altitude (en m et en ft),
pression [en mm Hg/psia (abs.)]
et température (en °C et °F)**

ALTITUDE		PRESSION		TEMPÉRATURE	
mètres	pieds	mm Hg	psia	°C	°F
niveau de la mer		760	14,7	15,0	59,0
400	1 312	725	14,0	12,4	54,4
600	1 968	707	13,7	11,1	52,0
800	2 625	691	13,4	9,8	49,6
1 000	3 281	674	13,0	8,5	47,3
1 500	4 921	634	12,3	5,3	41,5
2 000	6 562	596	11,5	2,0	35,5
2 500	8 202	560	10,8	-1,2	29,7
3 000	9 842	526	10,2	-4,5	23,9
3 500	11 483	493	9,5	-7,7	18,1
4 000	13 123	462	8,9	-11,0	12,2
4 500	14 764	433	8,4	-14,2	6,4
5 000	16 404	405	7,8	-17,5	0,5
5 500	18 044	379	7,3	-20,7	-5,3
6 000	19 685	354	6,8	-24,0	-11,2
6 500	21 325	331	6,4	-27,2	-16,9
7 000	22 966	308	6,0	-30,5	-22,9
7 500	24 606	287	5,6	-33,7	-28,6
8 000	26 246	267	5,2	-36,9	-34,5
10 000	32 808	199	3,8	-49,9	-57,8
12 000	39 370	146	2,8	-56,5	-69,7
14 000	45 931	106	2,0	-56,5	-69,7
16 000	52 493	78	1,5	-56,5	-69,7
18 000	59 054	57	1,1	-56,5	-69,7
20 000	65 616	41	0,80	-56,5	-69,7
25 000	82 020	19	0,37	-51,6	-60,9
30 000	98 424	9	0,17	-46,6	-51,9

Tableau II-1-2. Effets de l'hypoxie à différentes altitudes

- 1) 2 450 m (8 000 ft) : L'atmosphère assure une saturation du sang en oxygène d'environ 93 % chez l'individu au repos ne souffrant pas de maladie cardiovasculaire ou pulmonaire.
- 2) 3 050 m (10 000 ft) : L'atmosphère assure une saturation du sang en oxygène d'environ 89 %. Après une période à ce niveau, les fonctions cérébrales complexes, telles que les calculs mathématiques, commencent à souffrir. Les membres d'équipage de conduite doivent utiliser l'oxygène lorsque les altitudes-pression de la cabine dépassent ce niveau.
- 3) 3 650 m (12 000 ft) : La saturation du sang en oxygène tombe à environ 87 % ; en plus de difficultés de calcul arithmétique, la mémoire à court terme commence à être affectée et les erreurs par omission augmentent avec la durée d'exposition.
- 4) 4 250 m (14 000 ft) : La saturation du sang en oxygène est d'environ 83 % ; toutes les personnes sont atteintes dans une plus ou moins grande mesure dans leurs fonctions mentales, avec des changements sur les plans intellectuel et émotionnel.
- 5) 4 550 m (15 000 ft) : Cette altitude donne une saturation du sang en oxygène d'environ 80 % et toutes les personnes sont atteintes, certaines gravement.
- 6) 6 100 m (20 000 ft) : La saturation du sang en oxygène est de 65 % et toutes les personnes non acclimatées perdent leur conscience utile en 10 minutes au plus (le TCU, temps de conscience utile, est déterminé généralement par le temps qui s'écoule entre le début de l'hypoxie et le moment où l'activité réfléchie devient impossible, par exemple la capacité de mettre un masque à oxygène). À 6 100 m (20 000 ft), le TCU est de 10 minutes. [Il est à mentionner qu'un volume donné de gaz au niveau de la mer double avec la chute de pression à une altitude-pression d'environ 5 500 m (18 000 ft).]
- 7) 7 600 m (25 000 ft) : À cette altitude, et à toutes les altitudes supérieures, la saturation du sang en oxygène tombe au-dessous de 60 %, avec un TCU de 2,5 minutes ou moins. Au-dessus de cette altitude, l'apparition de douleurs articulaires nerveuses (aéroembolisme, bulles d'azote dans le sang) commence à constituer une menace.
- 8) 9 150 m (30 000 ft) : Le TCU est d'environ 30 secondes.
- 9) 10 350 m (34 000 ft) : Le TCU est d'environ 22 secondes. Un apport d'oxygène à 100 % produira une saturation du sang en oxygène de 95 % [à 10 050 m (33 000 ft), un volume donné de gaz au niveau de la mer aura approximativement quadruplé].
- 10) 11 300 m (37 000 ft) : Le TCU est d'environ 18 secondes. Un apport d'oxygène à 100 % produira une saturation du sang en oxygène d'environ 89 %. Lorsque cette altitude est dépassée, l'oxygène commence à quitter le sang, à moins que ne soit fourni de l'oxygène à saturation positive. [Un volume donné de gaz quintuple approximativement lorsque l'altitude passe du niveau de la mer à 11 600 m (38 000 ft).]
- 11) 13 700 m (45 000 ft) : Le TCU est d'environ 15 secondes et l'oxygène fourni sous pression est de moins en moins utile, car la pression d'oxygène nécessaire rend l'exhalation de plus en plus difficile.

1.2.9 Une question d'importance pratique est que des barotraumatismes peuvent se produire à basse altitude, la pente de la courbe altitude-pression étant très forte aux niveaux inférieurs. Même des variations normales dans une cabine pressurisée peuvent provoquer un barotraumatisme, la différence de pression atteignant 150 mm Hg lors d'une descente depuis un niveau de 2 000 m (6 500 ft) seulement jusqu'au niveau de la mer.

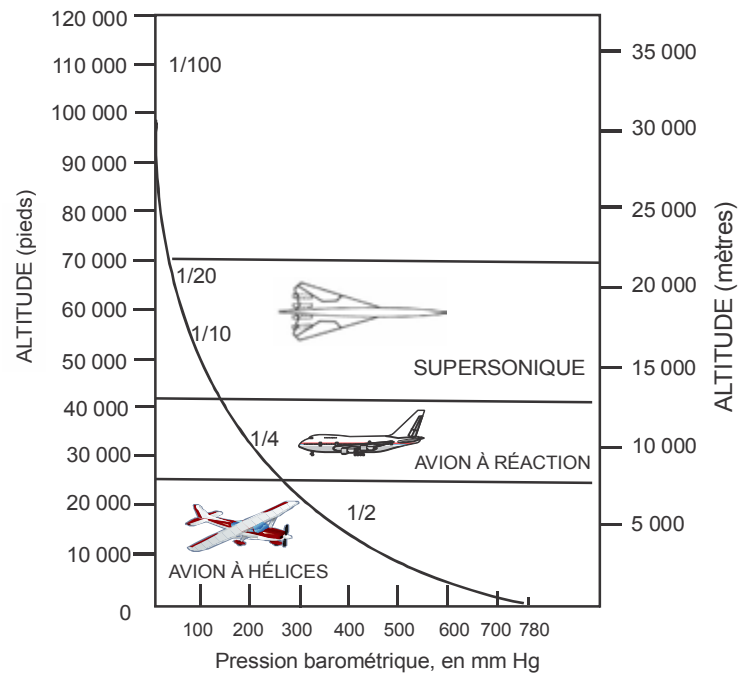


Figure II-1-3. Pression barométrique et altitude

Hypoxie

1.2.10 Une caractéristique du milieu de vol importante sur le plan biologique est la diminution de la pression partielle de l'oxygène lorsque l'altitude augmente.

1.2.11 L'hypoxie peut être définie à toutes fins pratiques comme une baisse de la quantité d'oxygène dans les organes et les tissus, jusqu'à un niveau inférieur au niveau physiologiquement « normal ».

1.2.12 L'hypoxie intéresse particulièrement la médecine aéronautique en raison du fait que, dans les cabines pressurisées, la pression n'est habituellement pas maintenue à sa valeur au niveau de la mer, et que les pressions dans la cabine peuvent augmenter modérément l'hypoxie avec l'altitude. L'hypoxie a fait l'objet de nombreuses études, et il a été tenté à plusieurs reprises d'en classer et d'en définir les stades et les variétés. Selon une classification largement acceptée, il y aurait quatre variétés d'hypoxie :

- a) *Hypoxie hypoxique*, résultant d'une réduction de la tension en oxygène dans le sang artériel, et donc dans le sang capillaire. Elle peut être causée en particulier par une faible tension en oxygène dans l'air inspiré (hypoxie hypobarique) et revêt donc une importance particulière en ce qui concerne les équipages de conduite. D'autres causes sont les états d'hypoventilation, la dégradation des échanges gazeux à travers la membrane alvéolaire-capillaire et les discordances ventilation-perfusion.
- b) *Hypoxie anémique*, résultant d'une réduction de la capacité du sang à transporter l'oxygène. Une diminution de la quantité d'hémoglobine disponible pour transporter l'oxygène peut être causée par une baisse du nombre d'érythrocytes, une baisse de la concentration en hémoglobine ou une perturbation de la synthèse de l'hémoglobine (p. ex. anémie falciforme). L'anémie est une

considération importante lorsqu'il s'agit d'évaluer si le transport aérien est à conseiller pour des passagers présentant certains troubles cliniques.

- c) *Hypoxie ischémique*, résultant d'une réduction du flux sanguin à travers les tissus. Elle peut être causée par une obstruction artérielle du fait d'une maladie ou d'un traumatisme, ou par une insuffisance circulatoire générale. Les maladies coronariennes sont particulièrement préoccupantes lors de l'évaluation des candidats à une licence.
- d) *Hypoxie histotoxique*, résultant d'une perturbation de la capacité des tissus à utiliser un apport normal d'oxygène pour des processus oxydatifs. Elle peut être causée aussi bien par certaines perturbations biochimiques que par une intoxication, et peut être inquiétante pour la survie en cas d'accident.

1.2.13 En aviation, l'hypoxie hypobarique est, de loin, la forme d'hypoxie la plus courante. Les symptômes qu'elle produit dans le corps sont aussi bien subjectifs qu'objectifs. Il est rare que tous les signes et tous les symptômes se retrouvent chez une même personne. Le Tableau II-1-3 présente les signes et symptômes courants qui pourraient être rencontrés. Il est difficile d'indiquer avec précision à quelle altitude une certaine personne réagira (c.-à-d. présentera des symptômes). Le seuil de l'hypoxie est généralement considéré comme étant à 1 000 m (3 300 ft), étant donné qu'aucune réaction physiologique démontrable à une baisse de la pression atmosphérique n'a été signalée au-dessous de cette altitude. Dans la pratique, cependant, une baisse de performance significative ne se produit pas aussi bas que cela, mais à mesure que l'altitude augmente au-dessus de ce niveau les premiers symptômes détectables d'hypoxie commencent à apparaître, et un seuil plus réaliste serait autour de 1 500 m (5 000 ft). Les symptômes deviennent plus prononcés au-dessus de 3 000 m (10 000 ft), ce qui établit la limite pour les vols dans des avions non pressurisés, à moins que de l'oxygène ne soit emporté à bord. Les dispositifs de pressurisation sont généralement conçus pour assurer une pression partielle de l'oxygène physiologiquement suffisante dans l'air inspiré. Dans la plupart des avions de passagers, la pression dans la cabine au niveau de croisière correspond à une altitude ambiante de 1 500 à 2 450 m (5 000 à 8 000 ft).

Tableau II-1-3. Signes et symptômes d'hypoxie

<i>Symptômes subjectifs</i>		<i>Signes objectifs</i>
Essoufflement ; dyspnée	C R O I S S A N T E	Hyperpnée ou hyperventilation
Maux de tête		Bâillements
Étourdissement (vertiges)		H Tremblements
Nausées		Y Sueur
Sensation de chaleur au visage		P Pâleur
Obscurcissement de la vision		O Cyanose
Vision troublée		X Faciès tendu, anxieux
Vision double (diplopie)		I Tachycardie
Confusion ; légère euphorie		E Bradycardie (dangereuse)
Somnolence		Manque de discernement
Malaise		Empâtement de la parole
Faiblesse		Perte de coordination
Stupeur		Inconscience ; convulsions

1.3 DISPOSITIFS DE PROTECTION

Pressurisation de la cabine

1.3.1 La pressurisation de la cabine est un des exemples de solutions techniques apportées à un problème physiologique en rapport avec l'aviation. Dans la plupart des avions commerciaux modernes, les problèmes d'hypoxie et de décompression sont surmontés grâce à la pressurisation de la cabine, pour maintenir une pression qui soit compatible avec les besoins physiologiques normaux.

1.3.2 L'idéal semblerait être de maintenir à tout moment dans la cabine la même pression qu'au niveau de la mer. Cette solution n'est généralement pas praticable en raison des pénalisations de poids et d'autres considérations techniques. C'est pourquoi les cabines des avions sont conçues de manière que les différentiels de pression représentent un compromis entre l'idéal physiologique et la conception technique optimale. Les caractéristiques de pressurisation de différents types d'avions commerciaux sont semblables, avec de légères variations. En général, alors que la vitesse ascensionnelle de l'avion pourrait être de l'ordre de 1 000 à 3 000 ft/min (5 à 15 m/s) à basse altitude, l'altitude cabine augmente à une vitesse de l'ordre de 500 ft/min (2,5 m/s), ce qui représente un compromis physiologique acceptable pour équilibrer avec un minimum de gêne la pression à l'intérieur de l'organisme et la pression ambiante. La vitesse de descente ne dépasse généralement pas 300 ft/min (1,5 m/s).

1.3.3 La méthode normale pour réaliser la pressurisation de la cabine consiste à prélever à la sortie du compresseur du groupe motopropulseur de l'air comprimé qui est ensuite refroidi et introduit dans la cabine. La pression est alors réglée en contrôlant au moyen d'une soupape d'échappement à commande barométrique la vitesse à laquelle l'air comprimé s'échappe de la cabine.

1.3.4 La Figure II-1-4 indique un différentiel d'altitude-pression type entre le milieu ambiant et l'altitude cabine pour un aéronef commercial.

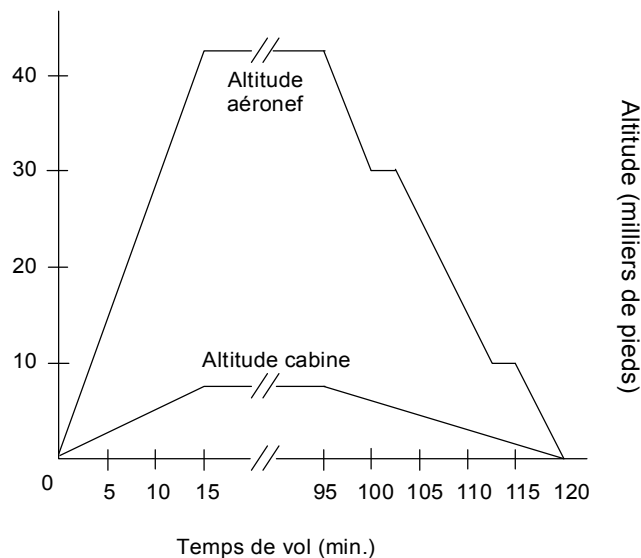


Figure II-1-4. Altitude de l'aéronef et altitude cabine pour un aéronef commercial pendant un vol type¹

¹ Adapté de Rainford, D.J. et D.P. Gradwell, (éd.) *Ernsting's Aviation Medicine*, Hodder Arnold, 2006.

1.4 DÉCOMPRESSION

1.4.1 Tous les gaz présents dans l'organisme, tant à l'état libre dans les cavités des viscères qu'en solution dans les fluides corporels, sont en équilibre avec le milieu extérieur. Toute variation de la pression barométrique crée donc momentanément des gradients de pression entre les gaz à l'intérieur du corps et les gaz du milieu extérieur, et un gradient persistera jusqu'à ce qu'un nouvel équilibre s'établisse. En fonction de l'ampleur de la variation de pression et de sa vitesse, des déformations mécaniques et des dommages structurels peuvent se produire lors de la décompression, du fait de la pression relativement plus élevée des gaz piégés à l'état libre dans les cavités corporelles.

1.4.2 En dépit de toutes les précautions, une perte de pressurisation de la cabine, y compris le cas peu probable d'une décompression rapide, demeure un danger potentiel dans l'exploitation d'avions à cabine pressurisée à haute altitude.

1.4.3 Une décompression rapide est un événement peu courant en aviation civile. Elle peut se produire du fait d'une défaillance structurale ou d'un endommagement de la paroi de la cabine (coque sous pression). Si elle se produit, ceux qui se trouvent à bord peuvent être exposés à un début soudain d'hypoxie, qu'il faudra combattre en utilisant des masques à oxygène. Une décompression très rapide peut léser les organes et les tissus, du fait de l'expansion des gaz libres se trouvant dans l'organisme. De tels gaz sont présents dans trois types de cavités :

- a) cavités à parois dilatables ;
- b) cavités communiquant librement avec le milieu ambiant ;
- c) cavités closes rigides ou semi-rigides.

1.4.4 Les gaz présents dans les cavités dilatables (celles du tractus gastro-intestinal) se dilatent en conditions hypobariques et peuvent déclencher des symptômes de malaise et de douleur. Les cavités qui communiquent librement avec l'extérieur ne donnent pas lieu à des complications tant que la dimension et l'ouverture de l'orifice de communication et/ou la structure anatomique restent satisfaisantes. Les sinus de la face sont des exemples de ces cavités ouvertes. Le troisième type de cavité est celui qui se forme en cas d'obstruction des orifices de sinus de la face ou de la trompe d'Eustache menant à l'oreille moyenne, ce qui pourrait provoquer des douleurs intenses au point de conduire à l'incapacité.

1.4.5 D'autres formes de manifestations de la décompression sont celles produites par le dégagement de bulles de gaz dissous dans le sang et les tissus — on parle de mal de décompression. Dans le contexte de l'aviation civile, cela pourrait affecter une personne dans l'organisme de laquelle le séjour dans un milieu hyperbarique avant la montée en altitude a provoqué une surcompression des gaz. Sur la base d'études de cas et de recherches prospectives, l'*Undersea and Hyperbaric Medical Society* recommande d'observer les délais suivants entre la plongée sous-marine et le vol :

	<i>Mode de plongée</i>	<i>Délai minimum</i>
1.	Plongée sans décompression	
	a. Moins de 2 heures de temps de plongée cumulé dans les 48 heures qui précèdent la remontée à la surface après la dernière plongée	12 heures
	b. Plongée illimitée, sur plusieurs jours	24 heures
2.	Plongées exigeant des arrêts pour décompression (mais ne comprenant pas de plongées en saturation)	24-48 heures

1.4.6 La *Professional Association of Diving Instructors* (PADI) et la *National Association of Underwater Instructors* (NAUI) peuvent fournir de plus amples renseignements concernant les temps de plongée et le vol.

1.4.7 Il importe aussi, en aviation civile, de prendre en considération la possibilité d'une décompression lente, y compris un défaut de pressurisation pendant la montée, qui pourrait se produire du fait de défaillances dans le dispositif de pressurisation, au niveau d'une soupape d'échappement par exemple, ou d'un mauvais réglage par l'équipage de conduite des commandes de pressurisation du poste de pilotage. Si une décompression lente se produit, l'avion entame généralement une descente à une altitude plus sûre ; dans certains cas, lorsqu'il survole un terrain à haute altitude, l'avion est forcé de continuer à voler à une altitude qui exige de l'oxygène. Dans de tels cas, il est obligatoire de disposer d'un système d'alimentation en oxygène, et si la route prévue passe au-dessus de reliefs empêchant une descente immédiate à 10 000 ft ou plus bas il est impératif d'emporter de l'oxygène supplémentaire. En cas de décompression de la cabine, une soupape à commande barométrique s'ouvre à une altitude de cabine donnée — habituellement 3 050-4 250 m (10 000-14 000 ft) — et libère les masques pour les passagers. La procédure à suivre pour l'utilisation des masques, lorsqu'elle est nécessaire, est expliquée aux passagers avant le vol.

1.4.8 D'autres formes de symptômes de décompression (dysbarismes), telles que l'otite barotraumatique, la sinusite barotraumatique et l'aérodontalgie, sont décrites au Chapitre 12 de la Partie III du présent manuel.

1.5 OZONE

L'ozone est une forme d'oxygène triatomique, O₃. L'ozone stratosphérique résulte de l'action de la lumière ultraviolette sur les molécules d'oxygène (3 O₂ > 2 O₃). On le trouve en quantités variables, avec des concentrations maximales aux alentours de 35 000 m (115 000 ft), négligeables à 12 200 m (40 000 ft) ou plus bas et fortement réduites au-dessus de 42 700 m (140 000 ft). À l'altitude de croisière des avions supersoniques commerciaux aux latitudes septentrionales, qui est d'environ 18 450 m (60 000 ft), la concentration d'ozone pourrait être de l'ordre de 2 000-4 000 µg/m³ [1-2 parties par million (ppm)]. L'ozone est détruit par la chaleur, l'action catalytique de certaines matières, notamment le nickel, et certains composés organiques. Il est entièrement détruit à 400 °C (750 °F). Dans le système de pressurisation de la cabine d'un type d'avion supersonique (quand des activités de transport public par avions supersoniques ont commencé), l'air est chauffé à 600 °C (1 120 °F) et cette chaleur est utilisée pour détruire l'ozone. Il a cependant été rapporté que lorsque la puissance du moteur était réduite pour entamer la descente, cette manœuvre s'accompagnait d'une chute de température du système de pressurisation de la cabine pouvant favoriser une concentration d'ozone. Pendant la descente, des niveaux de 400-1 000 µg/m³ (0,2-0,5 ppm) peuvent exister pendant une dizaine de minutes dans la partie pressurisée de l'avion. Les données existantes concernant les effets de l'ozone sur la santé, considérés conjointement avec ses fortes concentrations de fond naturelles, mènent à la recommandation d'une ligne directrice de l'ordre de 150-200 µg/m³ (0,076-0,1 ppm) sur une heure pour l'exposition à l'ozone. Pour réduire le potentiel d'effets adverses aigus ou chroniques et assurer une marge de protection supplémentaire, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) recommande que l'exposition sur 8 heures soit limitée à 100-120 µg/m³ (0,05-0,06 ppm). Des tests, effectués par le *Medical Research Council* du Royaume-Uni sur la base des concentrations et des durées d'exposition calculées pour les avions supersoniques, n'ont montré aucune altération fonctionnelle significative. Bien que les premières recherches concernant l'ozone et l'aviation aient été menées pour les vols des avions supersoniques, il a été recommandé par le *House of Lords Select Committee on Science and Technology* du Royaume-Uni que les avions subsoniques soient dotés de convertisseurs catalytiques lorsqu'il peut être prévu qu'ils traversent des zones de forte concentration d'ozone. Ce type d'équipement est maintenant standard sur beaucoup d'avions modernes.

1.6 EFFETS DE L'ACCÉLÉRATION

Accélération de courte durée

1.6.1 La vitesse elle-même, dans le vol rectiligne en palier, est sans effet sur le corps humain ; par contre, les accélérations dues à des changements de vitesse et/ou de direction du vol peuvent produire des effets physiologiques très considérables sur les occupants d'un avion, en fonction des facteurs suivants :

- a) ampleur, vitesse et direction de l'accélération ;
- b) durée ;
- c) partie de l'organisme qui la subit ;
- d) protection.

1.6.2 Des accélérations de relativement courte durée, généralement moins d'une seconde, sont associées à des situations telles que la traversée d'une turbulence ou à des situations d'urgence telles qu'un atterrissage brutal. Pour les accélérations de courte durée et les décélérations rapides, l'élément critique de protection est l'utilisation de dispositifs de retenue. Il a été bien établi que des harnais d'épaule sont souhaitables pour les membres d'équipage de conduite, afin de les protéger non seulement contre les atterrissages brutaux mais aussi contre l'éventualité d'une incapacité en service qui pourrait empêcher d'actionner convenablement les commandes.

1.6.3 Le lecteur est renvoyé à d'autres textes pour des renseignements concernant les accélérations de longue durée et d'autres aspects de l'accélération en vol. Les effets de l'accélération pourraient entraîner des illusions sensorielles.

1.7 ILLUSIONS SENSORIELLES

1.7.1 Les principaux organes sensoriels qui interviennent dans le maintien de l'équilibre et de l'orientation du corps humain sont les yeux, les oreilles internes et les propriocepteurs dans les muscles, les tendons et les capsules articulaires. Leur action coordonnée, combinée à l'intégration mentale de tous les messages qu'ils transmettent, aide à établir des repères qui permettent aux êtres humains de se tenir debout et de s'orienter en fonction de la direction de l'attraction gravitationnelle.

1.7.2 L'œil est un mécanisme d'orientation très fiable lorsqu'il existe des points de référence satisfaisants. En vol, cependant, l'interprétation des repères visuels est plus difficile. Des objets vus d'en haut ont souvent un aspect très différent de leur aspect au sol. L'observateur ne dispose pas non plus des repères visuels que procure un arrière-plan continu pour reconnaître les objets et en évaluer la dimension et la distance.

1.7.3 Des illusions visuelles en vol peuvent être causées par n'importe lequel des facteurs suivants :

- a) caractéristiques optiques des pare-brise ;
- b) présence de pluie sur les pare-brise ;
- c) brouillard, brume, poussière et leurs effets sur la perception de la profondeur ;
- d) angle de pente de descente ;
- e) largeur et longueur de la piste ;
- f) balisage lumineux de piste ;
- g) pente de la piste ;
- h) pente du terrain ;
- i) atterrissage de nuit au-dessus de l'eau ou de toute autre surface non éclairée ;
- j) illusion autokinétique ;
- k) mirage blanc, surtout aux latitudes élevées.

1.7.4 Les canaux semi-circulaires jouent un rôle important dans le maintien de l'équilibre. Les mouvements angulaires ou la rotation du corps déplacent le liquide de ces canaux, ce qui provoque un déplacement de la cupule couvrant les cellules cillées dans la crête ampullaire. Les impulsions sont transmises au cerveau et interprétées comme résultant d'un mouvement. Les trois canaux semi-circulaires étant chacun dans un plan différent, ils peuvent transmettre au cerveau l'indication d'une rotation dans trois plans. Normalement, ces organes sont stimulés lors d'une accélération brusque de courte durée, immédiatement suivie d'une courte décélération.

1.7.5 Il faut se rappeler que les canaux semi-circulaires fournissent seulement des informations sur les mouvements angulaires de la tête. Les sensations de mouvement relatif et de position relative des parties du corps sont fournies par les organes percepteurs de la peau, des articulations et des muscles. Les otolithes fournissent des renseignements sur la position du corps.

1.7.6 Pour percevoir la position de son corps par rapport à des références terrestres, l'homme dépend normalement de l'intégration complexe des apports des organes sensoriels mentionnés ci-dessus : yeux, oreille interne et propriocepteurs, pour la perception des relations du corps aux références terrestres.

1.7.7 La désorientation en vol se traduit par exemple comme suit :

- a) Dans un virage horizontal, on peut avoir l'illusion que le vol rectiligne se poursuit si la vitesse de virage n'est pas suffisante pour que les canaux semi-circulaires soient stimulés.
- b) L'impression subjective d'inclinaison latérale pendant un vol aux instruments est erronée lorsque l'inclinaison se fait progressivement, à une vitesse inférieure aux seuils de stimulation des canaux semi-circulaires et des propriocepteurs.
- c) La « spirale mortelle » se produit lorsque, dans un virage prolongé (> 20 secondes) coordonné, les cupules reprennent leur position de repos, faisant disparaître la sensation de virage. En redressant les ailes, le pilote peut éprouver la sensation d'un virage dans le sens opposé. Pour contrer cette sensation de virage, le pilote peut revenir au virage initial. Comme les instruments indiquent une perte d'altitude, le pilote peut tirer le manche en arrière et augmenter les gaz, ce qui rend le virage plus serré (en augmentant l'inclinaison) et engage la spirale.
- d) L'illusion somatogravique est causée par l'effet de l'accélération sur l'otolithe. Lorsqu'il est privé des apports visuels du monde environnant (par exemple lors d'un décollage en IMC²), un pilote peut interpréter les forces d'accélération (+Gx³) comme une assiette en cabré de son avion, corriger cette sensation erronée en poussant la manette vers l'avant, et amener ainsi son avion au sol.

1.7.8 On trouvera plus d'éléments sur la désorientation en vol, ainsi que le vertige, au Chapitre 12 de la Partie III, Oto-rhino-laryngologie.

2 IMC : Conditions météorologiques de vol aux instruments, c.-à-d. conditions météorologiques de visibilité réduite, où le vol est permis seulement selon les règles de vol aux instruments (IFR).

3 +Gx : L'accélération (G) est un changement dans la vitesse, en direction ou en grandeur. Elle est décrite en trois axes par rapport au corps humain, x, y et z. Chaque axe est décrit comme positif (+) ou négatif (-). +Gx est une accélération vers l'avant, avec force résultante transversale antéro-postérieure (de la poitrine vers le dos).

1.8 RAYONNEMENT COSMIQUE

1.8.1 Le rayonnement consiste en un flux de particules atomiques et subatomiques et d'ondes, telles que celles qui caractérisent les rayons calorifiques, les rayons lumineux et les rayons X. Toute la matière est constamment bombardée de rayonnement des deux types, provenant de sources cosmiques et terrestres.

1.8.2 Le rayonnement peut être ionisant (c.-à-d. capable de transformer en ions⁴ les atomes et les molécules de la matière et des tissus pénétrés et d'ainsi causer un effet électrique) ou non ionisant.

1.8.3 Rayonnement cosmique est le terme collectif utilisé pour le rayonnement venant du soleil (composante solaire) et des galaxies de l'univers (élément galactique).

Rayonnement ionisant

1.8.4 La matière consiste en un certain nombre de substances simples appelées éléments qui, en mélanges et composés, forment tous les matériaux présents sur la terre et dans l'univers. L'unité de base de tout élément est l'atome et ce sont les caractéristiques des atomes qui déterminent les propriétés des éléments.

1.8.5 Certains éléments sont naturellement radioactifs, c.-à-d. qu'ils se transforment en d'autres éléments avec l'émission de particules atomiques : le rayonnement. Le rayonnement peut être conçu comme de l'énergie en mouvement ou comme un transfert d'énergie. Lorsque de l'énergie de rayonnement est absorbée dans un tissu vivant, elle peut avoir un effet biologique qui dépend non seulement de la quantité d'énergie absorbée, mais aussi de l'effet spécifique de la longueur d'onde et du type de particules (électrons, neutrons, positrons, etc.). S'il se produit une ionisation, il en résulte souvent des modifications chimiques dans la matière et dans le tissu vivant. Ces modifications peuvent affecter le comportement des cellules vivantes, et l'organisme pourra subir des lésions évidentes si suffisamment de cellules sont atteintes. Contrairement à la lumière et à la chaleur, qui sont aussi des formes de rayonnement, les rayons ionisants ne peuvent pas être directement décelés par les sens de l'organisme, si ce n'est que l'œil adapté à l'obscurité pendant les 5 à 6 heures d'un vol polaire transatlantique pourrait voir quelques éclairs de lumière si des rayons cosmiques ionisent directement la rétine.

Source et type de rayonnement

1.8.6 Le rayonnement ionisant auquel chacun sur terre est exposé provient de l'univers, en partie de l'espace extra-atmosphérique (rayonnement galactique d'intensité constante) et en partie du soleil (rayonnement solaire d'intensité accrue en période d'activité d'éruptions solaires). De plus, la terre elle-même produit du rayonnement ionisant (d'intensité variable en fonction de l'emplacement géographique). Même les aliments et l'eau potable sont sources de rayonnement ionisant.

1.8.7 En plus de ce rayonnement de fond naturel qui existe depuis des millions d'années, il existe des sources modernes de rayonnement ionisant dues à l'action de l'homme : matériaux de construction dans les maisons, examens médicaux et dentaires aux rayons X, cargaisons radioactives, retombées d'essais atmosphériques d'armes nucléaires, et éventuellement centrales nucléaires.

Unité de mesure

1.8.8 L'effet qu'ont sur le tissu vivant les deux types d'électrons, particules α et rayonnement, est de causer une ionisation. La quantité d'énergie de rayonnement absorbée est mesurée en gray (Gy)⁵, mais comme l'effet biologique ne

4 ion : atome ou molécule à charge électrique.

5 1 Gy = 1 joule/kg = 100 rad (rayonnement absorbé).

dépend pas uniquement de l'énergie mais aussi de la composition du rayonnement (différentes particules, etc.), il faut peser la dose absorbée pour obtenir un équivalent de dose, une unité d'« effet », appelée sievert (Sv)⁶.

Rayonnement de fond

1.8.9 Chacun sur terre est exposé au rayonnement. Le rayonnement normal total (rayonnement de fond) par personne est estimé à quelque 2 mSv dans la plupart des pays. Cependant, du fait de la radioactivité naturelle dans le sol et les roches, la moyenne annuelle atteint 5-10 mSv dans certaines parties du Brésil, et une dose annuelle de 28 mSv a été mesurée dans le Kerala (Inde). Dans les pays industriels, le rayonnement d'autres sources, principalement les rayons X médicaux, est estimé être de l'ordre de 1 mSv. À cette exposition, de 3 mSv/an au total, peut s'ajouter une « exposition professionnelle ».

Exposition professionnelle

1.8.10 Ces dernières années, une attention mondiale a été portée au problème d'équipages exposés au rayonnement ionisant. Dans l'Union européenne, à la suite des recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR), des dispositions spécifiques sur la protection de la santé des équipages d'aéronefs contre les dangers découlant de l'exposition au rayonnement cosmique ont été établies dans la législation depuis mai 2000. Il y a cependant encore certains désaccords au sujet des effets, et même de la quantité de rayonnement à laquelle les équipages sont exposés en service.

1.8.11 Une partie substantielle du rayonnement cosmique est absorbée par la partie supérieure de l'atmosphère ou déviée par le bouclier magnétique de la terre, mais une certaine partie pénètre jusqu'au niveau du sol et fait ainsi partie de notre environnement naturel. L'intensité du rayonnement cosmique augmente avec la hauteur au-dessus du niveau de la mer, parce que l'atmosphère se raréfie et absorbe une moins grande partie du rayonnement (p. ex. l'intensité du rayonnement cosmique est doublée par un accroissement de l'altitude depuis le niveau de la mer jusqu'à environ 5 000 ft et ce doublement continue jusqu'à environ 70 000 ft). Le vol à haute altitude accroît donc le degré d'exposition au rayonnement cosmique. Les régions polaires ont une plus grande intensité de rayonnement que les régions équatoriales, du fait de l'aplatissement de l'atmosphère au-dessus des pôles et de la forme du champ magnétique terrestre.

1.8.12 De nombreuses études ont été menées à bord des avions de ligne, principalement sur les routes de l'Atlantique Nord, pour établir à quelle quantité de rayonnement les équipages sont exposés. Sur la base de ces études, il est possible de calculer une exposition au rayonnement d'environ 5 mSv par an pour ceux qui volent 600 heures par an au nord de N50 à des altitudes supérieures à 39 000 ft, et d'environ 3,3 mSv par an si le niveau de vol est réduit à des altitudes de l'ordre de 33 000 ft. Si le nombre annuel d'heures de vol est calculé pour la croisière seulement (avec déductions pour le décollage, la montée, la descente et l'atterrissage) à 400 heures par an, l'exposition au rayonnement sera de l'ordre de 2 mSv. Le vol au sud de N50 impliquera encore une réduction de l'exposition.

1.8.13 Dans une étude récente menée par la compagnie aérienne nationale d'un État contractant, situé entre N60 et N70, l'exposition maximale au rayonnement chez un équipage à plein temps mesurée pendant les vols réguliers ordinaires au cours d'une année était de 2,8 mSv.

Exposition maximale

1.8.14 L'exposition au rayonnement maximale recommandée par la CIPR pour les citoyens individuellement est de 1 mSv par an ou, dans des cas particuliers, 5 mSv par cinq ans. Pour les travailleurs exposés au rayonnement (et

⁶ 1 Sv = 1 joule/kg = 100 rem
(équivalent de dose = 1 Gy pour rayonnement β).

donc sous surveillance spéciale qui pourrait inclure des examens médicaux annuels), la limite recommandée est de 100 mSv par cinq ans, soit une moyenne de 20 mSv par an, avec un maximum de 50 mSv pour n'importe quelle année. Pour des travailleuses enceintes, la limite recommandée est de 1 mSv par an, soit la même pour le fœtus que pour n'importe quel citoyen.

Usage de programmes informatisés pour estimer la dose

1.8.15 Il est possible d'estimer le rayonnement à proximité d'une certaine route en utilisant un programme informatisé développé à cette fin. Les données à insérer sont la date et le lieu de départ, le profil de vol, le détail des temps de montée, de croisière et de descente, ainsi que l'heure et le lieu d'arrivée.

1.8.16 Un programme de ce type, qui est simple à utiliser et a été validé, est produit par le *Civil Aeromedical Institute* (CAMI) aux États-Unis (anciennement *Civil Aeromedical Research Institute*, CARI). La version la plus récente de ce programme, CARI-6 (du 7 juillet 2004) peut être téléchargée sur le site web du CAMI ou est accessible à l'adresse <http://jag.cami.iccbi.gov/cariprofile.asp>. Un programme européen similaire, EPCARD (*European Program Package for the Calculation of Aviation Route Doses*), est disponible en ligne, en anglais et en allemand, à l'adresse www.gsf.de/epcard2/index.phtml.

Évaluation des risques

1.8.17 L'ionisation peut causer des modifications chimiques dans les tissus vivants et peut donc affecter le comportement des cellules vivantes. Ceci peut entraîner la mort des cellules (comme dans le syndrome d'irradiation aiguë) ou une altération du matériel génétique dans la cellule (ce que l'on appelle mutation, comme on la voit dans les ultimes séquelles). Celle-ci peut provoquer le cancer ou conduire à des défauts anatomiques dans un fœtus. Ces effets sont cependant liés à la dose : de faibles doses d'irradiation entraînent un faible risque, et plus la dose d'irradiation est faible, plus le délai est long, souvent de nombreuses années, entre l'exposition et l'apparition d'une maladie.

1.8.18 Nous n'avons pas une connaissance exacte du risque d'irradiation à faible dose, mais des études sur les survivants des bombardements atomiques d'Hiroshima et Nagasaki, en 1945, indiquent qu'une dose d'irradiation de 500 mSv mène à l'apparition d'un cancer chez 1 % approximativement des personnes exposées. Selon la théorie de la linéarité, une dose d'irradiation de 1 mSv comporte un risque de cancer de 0,002 % (1 mSv représente environ 1/3 du rayonnement de fond naturel, *voir plus haut*). À quelques exceptions près, l'incidence du cancer n'a pas augmenté de façon détectable pour des doses inférieures à 100 mSv.

1.8.19 On estime généralement que 1,5 % de tous les cancers mortels dans la population générale proviennent du rayonnement de fond ionisant naturel. Un être humain qui vit 70 ans sur terre recevra une dose totale de rayonnement ionisant de quelque 210 mSv. Son risque de développer un cancer dû à l'irradiation est d'environ 0,42 %, soit 1 sur 238. S'il vole comme pilote de ligne pendant 40 ans, il pourra recevoir une dose supplémentaire de quelque 112 mSv, impliquant un risque supplémentaire de cancer d'environ 0,22 %. Le risque total d'attraper un cancer mortel (tous types, toutes causes) au cours d'une vie est d'environ 22 % (y compris 0,42 % ayant pour cause l'irradiation). Chez l'aviateur, le risque total passera donc d'environ 22 % à environ 22,2 %. Autrement dit : si mille aviateurs ont une carrière de vol normale, on pourrait s'attendre à ce que deux d'entre eux meurent finalement d'un cancer du fait de leur exposition professionnelle au rayonnement. Sur la base des attentes normales pour la population adulte, environ 220 aviateurs supplémentaires sur les 1 000 mourraient d'un cancer dû à des causes non liées à l'exposition professionnelle au rayonnement. Il n'y a, bien sûr, aucun moyen de dire si un certain cancer est causé par le rayonnement de fond, par une irradiation professionnelle ou par d'autres facteurs.

1.8.20 Un enfant né vivant conçu après une exposition de ses parents au rayonnement risque d'hériter d'un défaut génétique qui pourrait compromettre gravement sa santé. Le coefficient de risque provenant de l'exposition de chacun des parents est de 1,5 sur 1 000 000 par mSv. Si une femme membre d'équipage travaille pendant dix ans et est ainsi exposée à 28 mSv supplémentaires, le risque que l'exposition professionnelle au rayonnement entraînerait pour un enfant conçu alors serait d'environ $28 \times 1,5 = 42$ sur 1 000 000. Dans la population en général, quelque 6 % (ou

60 000 sur 1 000 000) des enfants naissent avec des anomalies qui ont de graves conséquences sur leur santé. Autrement dit : si 23 800 enfants naissaient après une exposition professionnelle de leur mère au rayonnement, un d'entre eux aurait un défaut génétique congénital ou développerait finalement une maladie génétique du fait de l'exposition professionnelle de sa mère au rayonnement. Sur la base de ce qui est à prévoir normalement pour les nouveau-nés, 1 428 enfants supplémentaires sur les 23 800 auraient des défauts génétiques dus à d'autres causes.

Recommandations

1.8.21 Comme il est maintenant supposé que le rayonnement ionisant joue un rôle dans l'activité mutagène ou cancérogène, toute procédure impliquant une exposition au rayonnement est considérée impliquer un certain degré de risque. En même temps, cependant, les risques induits par le rayonnement qui sont associés au vol sont très faibles en comparaison d'autres risques rencontrés dans la vie quotidienne. Néanmoins, de tels risques ne sont pas nécessairement acceptables s'ils peuvent être facilement évités.

1.8.22 Théoriquement, il est possible de réduire l'exposition au rayonnement chez les navigants par une optimisation des routes de vol et des horaires des équipages, et par l'installation de dispositifs d'avertissement de rayonnement⁷. De tels dispositifs sont particulièrement efficaces pour détecter un fort rayonnement momentané pendant des éruptions solaires et ils peuvent donc être utilisés pour déterminer s'il est nécessaire d'abaisser le niveau de croisière. Les femmes membres d'équipage devraient être averties du risque possible pour le fœtus et leurs horaires devraient être établis de manière à réduire l'exposition au minimum pendant une grossesse.

1.8.23 Beaucoup d'études ont porté sur les dangers possibles du rayonnement cosmique (RC) pour les navigants et les passagers des avions supersoniques de transport (SST). Des mesures ont montré qu'à des latitudes élevées, au-dessus de 50N, le dosage corporel total maximum à 65 000 ft (~20 000 m) — ce qui est approximativement l'altitude de croisière des avions SST — est d'environ 0,013 mSv/heure. Du fait de la réduction du temps de voyage, le dosage par unité de distance parcourue est approximativement le même que dans les avions à réaction subsoniques actuels, où l'on enregistre 0,005 mSv/heure pendant des vols à environ 37 000 ft (11 000 m) et à des latitudes autour de 45°N. Le RC ne devrait donc pas être beaucoup plus dangereux pour les navigants et les passagers d'avions SST, car même si le kilométrage parcouru par les équipages était doublé, les effets du RC ne seraient pas considérés comme nuisibles. Comme indiqué précédemment, l'Annexe 6, Partie 1 (paragraphes 6.12 et 4.2.11.5), contient des dispositions concernant le rayonnement dans les avions appelés à évoluer au-dessus de 49 000 ft (15 000 m).

1.9 COMMUNICATIONS

1.9.1 On ne pourrait trop insister sur l'importance que revêt le système de communication dans l'aviation civile moderne. L'intelligibilité de la parole et des communications constitue un élément vital de la sécurité aérienne. Pour lancer ses moteurs, rouler au sol, s'aligner au décollage, être autorisé à décoller, amorcer les procédures de montée, atteindre le niveau de croisière et s'engager dans la série des opérations qui aboutiront à l'approche et l'atterrissage de l'avion à destination, un titulaire de licence doit être capable d'échanger des instructions verbales avec les contrôleurs de la circulation aérienne et avec les autres membres d'équipage. Dans ce contexte particulier, il convient de tenir compte non seulement de l'intelligibilité physiologique de la parole dans des environnements bruyants, mais aussi de l'aspect de l'audition dans des conditions opérationnelles où l'attention est sollicitée par de multiples stimuli qui sont tous d'importance vitale.

1.9.2 Le brouillage de l'intelligibilité et des communications vocales est un problème potentiellement grave qui peut résulter de l'augmentation du niveau sonore à certaines fréquences. Ce problème peut empêcher les membres

⁷ Un dispositif d'avertissement de rayonnement (dosimètre de rayonnement en vol) était utilisé dans l'avion supersonique de transport (SST) franco-anglais *Concorde*. Il fournissait un affichage continu de la dose de rayonnement.

d'équipage de communiquer entre eux, que ce soit directement ou au moyen d'un système d'intercommunication (« intercom »), et il peut aussi brouiller les communications vocales entre le sol et les aéronefs. Lorsque les niveaux de pression acoustique augmentent dans le poste de pilotage et dans le système de communication, il faut élever la voix pour communiquer en couvrant le bruit de fond ; si le brouillage devient excessif, l'intelligibilité de la parole en souffre ou peut même disparaître complètement. Mais la parole n'est ainsi masquée, ou « noyée », que tant que le bruit persiste. Cet effet correspond à l'incapacité du système auditif de séparer les diverses composantes tonales et il tend à empirer lorsque les fréquences en conflit sont voisines.

1.9.3 En plus de limiter les sources de bruit, il faut s'efforcer aussi de limiter l'entrée du bruit dans le système de communication. La situation peut être améliorée par le choix des meilleures caractéristiques possibles pour le système de communication et par l'utilisation de vocabulaires spéciaux (comme les expressions conventionnelles normalisées de l'OACI pour les Télécommunication aéronautiques, exposées en détail dans l'Annexe 10, Volume 2, Chapitre 5). Le bruit peut provenir des moteurs ou avoir une origine aérodynamique, et il peut être provoqué aussi par le circuit de climatisation de la cabine, par l'équipement électronique dans le poste de pilotage, par certains types de régulateurs d'oxygène et par la respiration si le microphone est branché. L'importance du brouillage dépendra des fréquences et des intensités de la voix ou du signal sonore par rapport à celles du bruit ambiant.

1.9.4 Pour guider le médecin-examineur dans l'évaluation correcte des candidats à une certification médicale, des tests de compréhension de la parole sur fond sonore neutre ainsi que sur fond reproduisant les bruits de l'aviation sont décrits ailleurs dans le présent manuel (voir Partie III, Chapitre 12).

1.10 CHARGE DE TRAVAIL DE L'ÉQUIPAGE DE CONDUITE ET SES EFFETS SUR LA PERFORMANCE

Fatigue

1.10.1 De nombreuses conditions de travail et d'environnement entraînent de la fatigue, affectant l'être humain de multiples façons. Les réactions individuelles à la fatigue sont très variables.

1.10.2 La fatigue peut être momentanée et/ou cumulative. Chez un individu en bonne santé, la fatigue momentanée est normale à la suite d'une période de travail, d'efforts ou d'excitation, et une seule période de sommeil suffit normalement à la dissiper. La fatigue cumulative peut se produire si la récupération est retardée ou incomplète ou comme répercussion de périodes de travail, d'effort ou d'excitation anormalement intenses sans récupération suffisante.

1.10.3 La fatigue due à la charge de travail, lorsqu'elle affecte les équipages de conduite, peut avoir un effet important de réduction de la performance. Certaines des causes contribuant à la fatigue due à la charge de travail sont l'agencement du poste de pilotage, les heures de travail et d'autres facteurs particuliers : début et fin du dernier vol, durée de la période de repos entre le vol présent et le dernier vol, heure de commencement du briefing avant le vol, problèmes intervenant pendant le briefing, retards avant le départ, timing des vols, conditions météorologiques, qualité et quantité des communications radio, visibilité pendant la descente, éblouissement et protection contre le soleil, turbulence, et problèmes techniques et personnels. Un État contractant a constaté que ce que les équipages de conduite décrivaient comme « *hassle* » (embêtements), signifiant tout ce qui pouvait causer une situation inhabituelle, était fatigant.

1.10.4 Les améliorations techniques font l'objet d'efforts constants : sièges et instruments, éclairage, aménagement du poste de pilotage, conditions climatiques et équipement de radiocommunications sont constamment améliorés.

1.10.5 Un important facteur contribuant à la fatigue pour les aviateurs est la perturbation des rythmes circadiens. Les changements de fuseaux horaires sans une durée d'ajustement suffisante pourraient perturber sérieusement la performance du personnel aéronautique. De nombreuses fonctions organiques sont périodiques — leur rythme étant

déterminé par des phénomènes tant internes qu'externes — par exemple cycles sommeil-veille, respiration, température corporelle, fonctions endocriniennes, et performance physique et psychologique. Toutes ces fonctions ont un cycle de 24 heures. Les vols transméridiens qui traversent les fuseaux horaires affectent ce cycle et cette périodicité chez les voyageurs.

1.10.6 Une des causes de fatigue les plus courantes en aviation est en rapport avec les horaires de travail des équipages de conduite. L'état mental et physique pourrait influencer l'apparition et la gravité de la fatigue, le résultat final étant une diminution de l'efficacité et une performance réduite.

1.10.7 Dans ce contexte particulier, il convient d'assurer que les services compétents veillent à ce que des installations de repos de bonne qualité soient à la disposition des navigants en dehors de leur point d'attache. C'est là une mesure importante pour réduire les effets de la fatigue.

1.10.8 Plusieurs facteurs de stress auto-imposés peuvent être mentionnés comme pouvant entraîner la fatigue : les substances médicamenteuses ou non, l'alcool, une mauvaise hygiène du sommeil, un mauvais régime alimentaire et l'état de santé général du titulaire de licence ont une importance particulière à cet égard.

1.10.9 Il convient de prendre en considération non seulement les conditions normales d'exploitation, mais aussi les situations exigeant un effort physique ou mental particulier pour faire face à des situations d'urgence et à des périodes de charge de travail maximale (p. ex. approche interrompue, décollage interrompu et, pour les contrôleurs aériens, forte densité de trafic).

1.10.10 Les considérations ci-dessus tiennent compte en particulier des résultats d'études montrant qu'un pilote fatigué peut se concentrer assez efficacement sur une tâche principale, tout en étant moins apte à faire face à des stimuli supplémentaires ou aux tâches supplémentaires qui peuvent se présenter.

1.10.11 Pour assurer que la fatigue des titulaires de licence ne compromette pas la sécurité d'un vol, des documents normatifs spécifient des limitations du temps de vol et des périodes de service, question qui est abordée dans la Partie III, Chapitre 17. Il est cependant vrai de dire que la prévention de la fatigue est une question qui exige de plus amples travaux de la part des services de réglementation.

AUTRES LECTURES

DeHart, R.L. and J.R. Davis, (eds.) *Fundamentals of Aerospace Medicine*, 3rd edition, Lippencott, Williams and Wilkins, Philadelphia, 2002.

Rainford, D.J., and D.P. Gradwell, (eds.), *Ernsting's Aviation Medicine*, Hodder Arnold, London, 2006.

Roesler, S. et al., "Calculation of radiation fields in the atmosphere and comparison to experimental data," *Radiation Research*, January 1998, Vol. 149, No. 1, pp. 87-97.

Schraube, H. et al., "Experimental verification and calculation of route doses," *Radiation Protection Dosimetry*, 1999, Vol. 86, Issue 4, pp. 309-15.

UK House of Lords Select Committee on Science and Technology. Fifth Report, Air Travel and Health:

Available from: <http://www.parliament.the-stationery-office.co.uk/pa/ld199900/ldselect/ldsctech/121/12101.htm>

November 2000.

PARTIE III
ÉVALUATION MÉDICALE

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 1. L'APPAREIL CARDIOVASCULAIRE	III-1-1
1.1 Introduction	III-1-1
1.2 Antécédents et examen médical	III-1-5
1.3 Problèmes spécifiques en cardiologie et en médecine cardiovasculaire	III-1-12
1.4 Coronaropathie	III-1-15
1.5 Troubles de la fréquence et du rythme	III-1-22
1.6 Troubles de la conduction atrio-ventriculaire	III-1-29
1.7 Troubles de la conduction intraventriculaire	III-1-30
1.8 Troubles ioniques	III-1-32
1.9 Stimulateur cardiaque	III-1-33
1.10 Souffles cardiaques et valvulopathies cardiaques	III-1-33
1.11 Valvulopathie aortique	III-1-34
1.12 Péricardite, myocardite et endocardite	III-1-37
1.13 Cardiomyopathie	III-1-39
1.14 Cardiopathie congénitale	III-1-43
1.15 Artériopathies	III-1-46
1.16 Maladies vasculaires périphériques	III-1-48
1.17 Thrombose veineuse	III-1-48
1.18 Syncope	III-1-49
Références	III-1-52
Appendice 1A. Éléments d'électrocardiographie	III-1-54
Appendice 1B. Exemples d'électrocardiogrammes au repos.....	III-1-57
Appendice 2. Exemples d'électrocardiogrammes à l'effort	III-1-82
Appendice 3. Exemples d'angiogrammes et d'angioplasties.....	III-1-85

Chapitre 1

L'APPAREIL CARDIOVASCULAIRE

1.1 INTRODUCTION

1.1.1 Les normes et pratiques recommandées (SARP) de l'OACI pour les attestations médicales de classe 1 relatives au système cardiovasculaire sont exposées au Chapitre 6 de l'Annexe 1 :

6.3.2.5 Le candidat ne présentera aucune anomalie du cœur, congénitale ou acquise, qui soit susceptible de l'empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de sa licence et de ses qualifications.

6.3.2.5.1 Un candidat qui a subi un pontage coronarien, une angioplastie (avec ou sans port de stents) ou une autre intervention cardiaque, ou qui a des antécédents d'infarctus du myocarde, ou qui souffre de tout autre problème cardiaque potentiellement incapacitant sera déclaré inapte, à moins que son état cardiaque n'ait fait l'objet d'une enquête et d'une évaluation conformes aux meilleures pratiques médicales et qu'il n'ait été estimé qu'il n'est pas susceptible de l'empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de sa licence ou de ses qualifications.

6.3.2.5.2 Un candidat présentant un rythme cardiaque anormal sera déclaré inapte, à moins que son arythmie cardiaque n'ait fait l'objet d'une enquête et d'une évaluation conformes aux meilleures pratiques médicales et qu'il n'ait été estimé qu'elle n'est pas susceptible de l'empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de sa licence ou de ses qualifications.

Note.— Le Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984) contient des indications sur l'évaluation cardiovasculaire.

6.3.2.6 L'examen cardiologique effectué en vue de la délivrance initiale d'une attestation médicale comportera un électrocardiogramme.

6.3.2.6.1 Les examens révisionnels des candidats âgés de plus de 50 ans comporteront un électrocardiogramme au moins une fois l'an.

6.3.2.6.2 **Recommandation.—** *Il est recommandé que les examens révisionnels des candidats âgés de 30 à 50 ans comportent un électrocardiogramme au moins tous les deux ans.*

Note 1.— L'électrocardiographie régulière sert à déceler les cas pathologiques. Ses indications ne sont pas suffisamment décisives pour justifier la disqualification d'un candidat sans un autre examen cardiovasculaire minutieux.

Note 2.— Le Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984) contient des indications sur l'électrocardiographie au repos et à l'effort.

6.3.2.7 La pression artérielle systolique et diastolique restera dans les limites normales.

6.3.2.7.1 L'usage d'agents hypotenseurs sera disqualifiant, sauf s'il n'est pas susceptible d'empêcher le candidat d'exercer avec sécurité les privilèges de sa licence et de ses qualifications.

Note.— Le Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984) contient des indications à ce sujet.

6.3.2.8 Le système circulatoire ne présentera aucune anomalie fonctionnelle ou structurelle importante.

1.1.2 Les exigences correspondantes pour les pilotes privés (classe 2) et les contrôleurs de la circulation aérienne (classe 3) sont mentionnées dans les sections 6.4 et 6.5, respectivement. Elles diffèrent des exigences pour les pilotes de l'aviation commerciale (classe 1) uniquement en ce qui concerne la fréquence des examens électrocardiographiques.

1.1.3 La norme cardiologique complète, qui tient en moins de 350 mots, laisse beaucoup de place à l'interprétation dans le contexte d'une diminution de l'aptitude médicale. Si le candidat ne satisfait pas aux conditions médicales du Chapitre 6, la certification est subordonnée à la norme dite de « latitude d'application », énoncée au paragraphe 1.2.4.9, et est autorisée sous réserve des conclusions de médecins agréés (voir aussi le Chapitre 2 de la Partie I), à condition que les restrictions ne soient pas « susceptibles de compromettre la sécurité aérienne ». Le terme « susceptible » est défini dans l'Annexe 1 comme signifiant « qui constitue un risque inacceptable pour l'évaluateur médical ». Cette définition laisse à ce dernier une certaine latitude. Une norme explicite engendrerait une perte de flexibilité et un risque d'injustice envers des membres d'équipage. L'examen du risque d'incapacité acceptable chez les pilotes figure au Chapitre 3 de la Partie I du présent manuel et ci-dessous.

1.1.4 Le présent chapitre n'entend nullement être une introduction à la cardiologie clinique, mais se veut plutôt un guide pour les évaluateurs médicaux, médecins-examineurs désignés (MED), cardiologues et autres personnes cherchant à enquêter sur des problèmes cardiologiques et à gérer de tels problèmes conformément aux SARP de l'OACI.

Classes d'attestation médicale

1.1.5 Comme indiqué au Chapitre 1 de la Partie I, il existe trois classes d'attestation médicale : classe 1 – pilotes de l'aviation commerciale, classe 2 – pilotes privés (y compris les pilotes de planeurs et de montgolfières), et classe 3 – contrôleurs de la circulation aérienne (ATC). Aucune norme internationale n'a été établie pour les pilotes d'aéronefs ultralégers. Dans ce chapitre, nous parlons d'attestation médicale de classe 1 « complète » ou « sans restriction », tandis que la certification « avec restriction » se rapporte à une attestation médicale de classe 1 assortie d'une limitation aux opérations en équipage multiple (OML). Il est à noter que les États contractants n'utilisent pas tous le concept de limitation OML. Dans les États qui ne l'appliquent pas, un candidat peut être jugé soit inapte, soit apte pour une certification sans restriction, tandis que dans ceux qui appliquent une limitation OML, le même individu se verrait autorisé à exercer des fonctions aéronautiques avec restriction OML portée sur la licence, par exemple, après une convalescence à la suite d'un infarctus du myocarde.

Évolution des connaissances en cardiologie

1.1.6 Il y a trente ans, plusieurs rapports sur des problèmes cardiovasculaires ont été parrainés par les organismes de réglementation de l'aviation de certains États contractants, notamment par la *Federal Aviation Administration* (FAA) des États-Unis, par la *Civil Aviation Authority* (CAA) du Royaume-Uni et par les autorités de l'aviation civile du Canada et de l'Australie. Le but était de répondre au besoin de données scientifiques appropriées en vue d'améliorer la cohérence et l'équité des décisions prises par les services de médecine aéronautique. Les Ateliers de cardiologie aéronautique britanniques et européens, au nombre de quatre sur une période de 16 ans allant de 1982 à 1998, se sont concentrés sur l'épidémiologie, l'évolution naturelle et l'issue de la plupart des pathologies cardiaques courantes. Ces travaux ont permis d'élaborer une méthodologie qui, en termes de réglementation, était cohérente avec l'interface homme-machine. Le pilote a été décrit comme une composante d'un système aéronautique dans lequel une défaillance de n'importe quelle partie mènerait à une érosion de la sécurité, avec le risque potentiel ultime d'un résultat catastrophique.

1.1.7 Les accidents sont le plus souvent la conséquence d'une série d'événements indésirables, pouvant inclure une incapacité soudaine d'ordre cardiovasculaire, qui, pris séparément, ne mènent pas nécessairement à une catastrophe, en raison des redondances de sécurité prévues dans le système. Compte tenu de ces aspects, ces ateliers ont constitué la base des première et deuxième versions de la Partie III (médicale) des Codes communs de l'aviation des Autorités conjointes de l'aviation (JAA) européennes – Licence des équipages de conduite (JAR - FCL), relative à la cardiologie, et ont contribué à l'élaboration de la réglementation en fournissant une « feuille de route » cardiologique. Depuis les années 1990, ces

documents sont utilisés comme éléments indicatifs par de nombreux organismes de réglementation en dehors de l'Europe. Les orientations contenues dans le présent chapitre reposent sur les recommandations jugées acceptables par les JAA.¹

Détermination des limites des conseils en cardiologie

1.1.8 Il convient de séparer les rôles de l'organisme de réglementation et du conseiller spécialisé (en cardiologie). Le cardiologue doit déterminer la probabilité d'un événement cardiovasculaire chez un certain individu durant une période définie. Il appartient à l'autorité de réglementation de fixer une limite au-delà de laquelle la certification est refusée ou assortie de restrictions. En général, il faut apporter une réponse aux questions suivantes :

- Quel est le risque opérationnel ? La réponse peut être exprimée en nombre d'heures de vol, nombre de départs ou nombre de passagers-kilomètres parcourus.
- Quel est le taux d'accidents mortels/non mortels exprimé dans les mêmes unités ? Les accidents sont souvent exprimés par million d'heures de vol ou par million de départs, mais parfois aussi par unité de temps, généralement un an.
- Quelle est la contribution médicale (cardiologique) à ce taux d'accidents et est-elle acceptable ? Il peut être difficile d'obtenir ces données avec certitude pour des accidents concernant des aéronefs monopilotes, ces accidents faisant l'objet d'enquêtes moins approfondies que ceux qui touchent de gros aéronefs : la constatation d'une anomalie cardiaque dans le contexte d'un accident par ailleurs inexplicable n'implique pas nécessairement une relation de cause à effet.
- Quel est le niveau approprié des examens médicaux de routine, quel degré de sensibilité offre-t-il et quel en est le rapport avantages-coût (en ayant à l'esprit le parallèle avec les contrôles réguliers des cellules/moteurs des aéronefs) ? Quels examens supplémentaires pourraient être raisonnablement exigés ?
- Faudrait-il fixer un niveau de risque cardiovasculaire explicite dont le dépassement entraînerait un refus de certification d'aptitude au pilotage ? Ne pas définir une telle limite, c'est ouvrir la porte à l'incohérence ainsi qu'au manque d'objectivité et d'équité. Toutefois, les États contractants n'utilisent pas tous une limite objective pour évaluer le risque ; ceux qui en appliquent une ne révèlent pas nécessairement laquelle.

Aviation et risque cardiovasculaire

1.1.9 L'aviation est concernée par le risque de survenance d'un événement. Les cellules ont un nombre d'heures de « vie » prévu et les moteurs ont un « temps moyen entre révisions ». Cette prescription tente de réduire la possibilité de défaillances à un niveau cible prédéterminé, dans l'intérêt de la sécurité. Il en va de même pour le cœur des pilotes. La probabilité d'accident cardiovasculaire est très faible lorsqu'on est jeune. Dans les sociétés occidentales, la mortalité cardiovasculaire chez les sujets masculins augmente d'un facteur 100 (deux ordres de grandeur) entre la tranche des 30-34 ans et celle des 70-74 ans, mais certaines études tempèrent ce chiffre en montrant que des pilotes plus âgés, plus expérimentés, ont moins d'accidents. Dans les accidents imputables à une incapacité du pilote, d'importantes différences se dessinent entre les vols monopilotes et les vols en équipage multiple : dans les aéronefs monopilotes, le taux d'incapacités complètes est proche du taux d'accidents. Une incapacité subtile érode aussi la sécurité. Dans les vols en équipage multiple, un événement cardiovasculaire incapacitant devrait, comme dans le cas d'une défaillance d'un moteur, être maîtrisable en toutes circonstances, hormis les plus défavorables. Il existe donc d'excellentes raisons d'exiger une norme d'aptitude plus élevée pour les pilotes engagés dans l'exploitation monopilote. C'est la base de la limitation OML (voir ci-dessus).

¹ Sur la base d'une décision de la Conférence européenne de l'aviation civile (CEAC), le système JAA a été dissous en 2009.

1.1.10 Pendant les années 1960, le système de transport aérien civil a enregistré un taux mondial d'accidents en partie liés à une incapacité cardiovasculaire d'environ un tous les 18 mois, le pire ayant été la perte d'un Trident 1 de *British European Airways* (BEA) à Staines, près de l'aéroport de Londres Heathrow en juin 1972. Cependant, la formation des équipages et les normes opérationnelles étaient, à l'époque, très différentes de ce qu'elles sont aujourd'hui dans les compagnies aériennes modernes et l'on comprenait moins bien la nature multifactorielle des causes des accidents. Sur près d'un milliard d'heures de vol en équipage multiple depuis 1974, année où l'OACI a adopté une exigence d'expérience des procédures à suivre en cas d'incapacité de membres de l'équipage – « formation à l'incapacité » (voir Annexe 1, paragraphe 2.1.5.2, alinéa a)), les accidents avec perte de coque dus à une incapacité cardiovasculaire du pilote ont été quasi éliminés. Il s'est cependant produit un petit nombre d'incidents significatifs avec dégradation de la sécurité, et des décès dus à des problèmes cardiovasculaires continuent à se produire parmi les pilotes dans l'exercice de leurs fonctions, le taux enregistré variant de deux à quatre décès par an dans le monde.

1.1.11 De premières expériences d'accidents liés à des causes cardiovasculaires ont fait l'objet de rapports de certains groupes « d'experts » qui n'étaient nommés par aucun service de délivrance des licences. Ces rapports avançaient, entre autres, que l'électrocardiographie à l'effort, encore à ses premiers balbutiements, pourrait être utile pour détecter des coronaropathies latentes. À cette époque, l'électrocardiographie au repos venait seulement d'être rendue obligatoire par l'OACI (1963). Cette suggestion a été rejetée en 1980 à Montréal par le groupe d'étude sur la médecine aéronautique de l'OACI chargé des conditions cardiovasculaires, s'appuyant sur une meilleure compréhension de la théorie des probabilités dans les populations à faible prévalence de maladie.

La « règle du 1 % »

1.1.12 La suggestion de l'existence d'une symétrie entre le taux d'événements cardiovasculaires parmi les équipages et le taux d'accidents d'aviation a apporté une contribution fructueuse à la réglementation en matière d'examens médicaux. C'est sur cette base qu'a été élaborée la règle dite « du 1 % ». Il s'agit d'un modèle mathématique de calcul de la probabilité d'accidents basé sur l'épidémiologie des coronaropathies mais qui peut aussi s'appliquer à d'autres pathologies (voir les Chapitres 2 et 3 de la Partie I). En cardiologie, les pathologies cardiaques pour lesquelles des prédictions raisonnables des taux d'événements peuvent être établies, notamment les syndromes coronariens, s'y prêtent mieux que les problèmes plus capricieux, tels que la fibrillation atriale. De telles prédictions s'appliquent inévitablement à des groupes d'individus plutôt qu'à l'individu lui-même.

1.1.13 Selon la « règle du 1 % », si la mortalité cardiovasculaire prédite pour un individu ne dépasse pas environ 1 % par an (celle d'un homme occidental âgé de 70 ans), la probabilité d'un accident d'avion à équipage multiple dû à une incapacité cardiovasculaire du pilote devrait être « très faible », c'est-à-dire pas supérieure à $1/10^9$ (un par milliard) d'heures de vol.

1.1.14 Cette règle repose sur le taux de mortalité cardiovasculaire alors que ce taux reste difficile à distinguer du taux d'événements cardiovasculaires non mortels. Chaque décès dû à un événement coronarien sera groupé avec peut-être trois ou quatre maladies concomitantes non mortelles mais, en aviation, certaines des maladies concomitantes auront déjà entraîné le retrait des pilotes à risque élevé (qui, par application de la réglementation, auront été déclarés « inaptes »). En termes de réglementation, le taux de mortalité cardiovasculaire est donc proche du taux d'incapacité cardiovasculaire.

1.1.15 La « règle du 1 % » n'est qu'une des façons de définir des limites réglementaires. Après analyse approfondie de cette règle, certains États contractants ont estimé qu'une limite de 2 % était justifiée.

Causes cardiovasculaires d'incapacité

1.1.16 L'incapacité due à une pathologie cardiovasculaire peut survenir de façon insidieuse ou soudaine et se manifester de manière subtile ou patente. Les syndromes coronariens ne sont pas rares chez les équipages de conduite

dans le monde occidental ou dans le sous-continent indien. Outre qu'ils provoquent des décès (soudains), les événements cardiovasculaires aigus tels que les accidents vasculaires cérébraux et les infarctus du myocarde peuvent entraîner une incapacité complète, tandis que la douleur de l'ischémie myocardique aiguë peut être invalidante. Les arythmies cardiaques non mortelles peuvent être suffisamment subtiles pour provoquer de la distraction sans que le membre d'équipage de conduite soit pleinement conscient de ce qui capte son attention. Dans un environnement monopilote, des événements majeurs ont une forte probabilité de déclencher un résultat catastrophique. Heureusement, la très grande base de données sur l'évolution naturelle et l'impact d'une intervention, en particulier dans le cas de coronaropathies, a permis d'élaborer, pour l'environnement aéronautique, des algorithmes de gestion médicale qui aident à prendre des décisions factuelles, justes et sûres.

1.2 ANTÉCÉDENTS ET EXAMEN MÉDICAL

1.2.1 La mise en œuvre des normes et pratiques recommandées de l'OACI connaît quelques variations dans le monde. Dans de nombreux États contractants, les examens réguliers des pilotes sont réalisés par des médecins ayant une certaine formation dans le domaine de la médecine aéronautique. Ces médecins (normalement qualifiés de médecins-examineurs « désignés » ou « agréés » (MED ou MEA) sont habituellement des généralistes, sans formation ou expérience spécifique en cardiologie. Dans certains États, cette responsabilité est confiée à l'armée. Pratiquement partout, un formulaire normalisé (voir un exemple d'un tel formulaire au Chapitre 2 de la Partie I) est utilisé pour enregistrer des facteurs tels que l'âge, les antécédents personnels et familiaux, le poids, la tension artérielle, les habitudes tabagiques, la prise de médicaments, ainsi que les observations cliniques, telles que des modifications du fond d'œil, et un souffle cardiaque, le cas échéant. De plus en plus, ces formulaires sont informatisés et transmis en ligne. Certaines autorités de réglementation exigent en outre des mesures de routine du cholestérol sérique à des moments spécifiés. Quelques-unes demandent un ECG de routine à l'effort (voir ci-dessous) et cet examen est aussi requis par certaines compagnies aériennes en tant qu'employeurs.

Électrocardiographie (ECG) au repos

1.2.2 La réalisation régulière d'un ECG à 12 dérivations au repos est exigée lors de l'examen de routine des équipages de conduite, en fonction de l'âge et du niveau de certification. Ce n'est qu'en 1957 que l'électrocardiographie au repos est devenue une pratique recommandée de l'OACI (et elle n'a été rendue obligatoire en tant que norme qu'en 1963). Des anomalies mineures étant courantes, il convient de réaliser des comparaisons avec les résultats d'examens antérieurs (si disponibles) dans au moins 10 à 15 % des cas. Une étude a révélé que 3 % du personnel civil du R.-U. présentaient une anomalie du segment ST et/ou de l'onde T lors d'examens de routine.

1.2.3 L'ECG au repos est un outil qui ne peut détecter une coronaropathie présymptomatique, bien qu'elle puisse repérer un petit nombre de personnes ayant eu un infarctus du myocarde silencieux. Sur 48 633 membres d'équipage de conduite soumis à un dépistage à la *School of Aerospace Medicine* des États-Unis au cours d'une période de dix ans, 72 cas d'infarctus du myocarde « silencieux » ont été détectés. Vingt-cinq pour cent des individus ayant connu de tels événements dans l'étude de Framingham² n'avaient ressenti aucun symptôme qu'ils auraient reconnu comme significatif et 15 % de ceux qui sont décédés brutalement n'avaient ressenti aucun symptôme prémonitoire. Comme le risque de nouveaux événements cardiovasculaires augmente sensiblement après un infarctus du myocarde, la détection d'anomalies mineures devrait donner lieu à des examens supplémentaires plus complets. Parfois, les modifications de tracés d'ECG sont variables, mais il est faux de penser qu'un tracé « anormal » stable est nécessairement acceptable en

2 Étude cardiologique de Framingham : étude cardiovasculaire basée à Framingham, Massachusetts (États-Unis). Cette étude a commencé en 1948 sur 5 209 sujets adultes de Framingham et en est aujourd'hui à sa troisième génération de participants. La majeure partie des connaissances aujourd'hui courantes sur les pathologies cardiaques, telles que les effets du régime alimentaire, de l'exercice physique et de médicaments ordinaires comme l'aspirine, proviennent de cette étude longitudinale. Cette étude est un projet du *National Heart, Lung and Blood Institute* réalisé en collaboration avec la *Boston University* (depuis 1971).

raison de sa stabilité : un tracé révélant un schéma d'infarctus du myocarde reste prédictif même s'il ne change pas. Néanmoins, un tracé stable mais anormal obtenu au cours d'ECG de suivi après un examen satisfaisant peut être relativement rassurant, mais pas totalement. Un ECG au repos détecte plus facilement des troubles du rythme et de la conduction qu'une cardiopathie ischémique.

Enregistrement de l'électrocardiogramme au repos

1.2.4 Un ECG au repos doit être réalisé sur un sujet au repos dans un environnement chaud. La peau doit être nettoyée à l'alcool ou avec un papier abrasif ou les deux. La position des électrodes sur les membres n'est pas importante, mais le positionnement des électrodes sur le thorax doit être précis. Les dérives V1 et V2 devraient être placées dans les quatrièmes espaces intercostaux de part et d'autre du sternum. La dérivation V4 est placée à l'apex du cœur normal : le cinquième espace intercostal sur la ligne médioclaviculaire. La dérivation V3 est placée à mi-chemin entre la V2 et la V4. Les dérives V5 et V6 sont placées au même niveau que la V4 sur les lignes axillaires antérieure et moyenne, respectivement (voir Figure III-1-1).

1.2.5 L'instrument privilégié devrait enregistrer au moins trois tracés simultanément et permettre un filtrage et un calibrage optimaux. Sur un tel instrument, la durée d'enregistrement est de 12 s à la vitesse standard (25 mm/s) et le tracé est présenté sur une seule feuille A4 (297 mm de long). Certaines techniques d'enregistrement utilisent du papier thermosensible, qui nécessite des précautions particulières pour l'archivage car les tracés s'estompent au fil du temps. Il convient d'enregistrer 24 s supplémentaires de tracé avec des dérives inférieure, antérieure et latérale, telles que DII, V1 et V6. Si une onde Q est présente en DIII, il convient d'inclure un enregistrement à l'inspiration. Si l'onde Q est inférieure à 40 ms et disparaît à l'inspiration, elle est probablement sans conséquence. Un ECG normal est présenté à l'Appendice 1B, ECG n° 1.

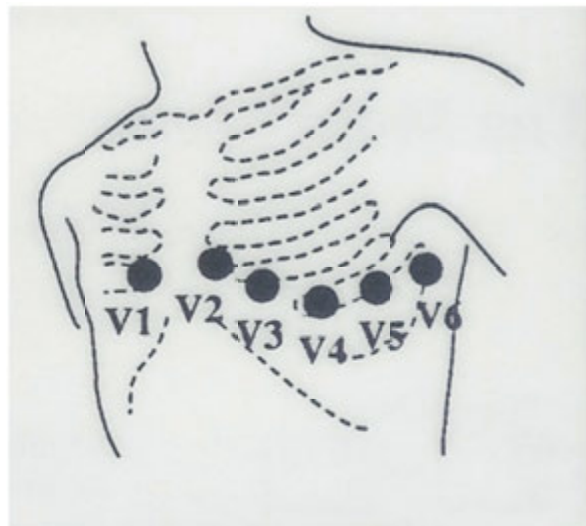


Figure III-1-1. Diagramme des positions des électrodes des dérives précordiales utilisées pour l'électrocardiogramme standard à 12 dérives. Les dérives des membres sont placées sur les bras droit et gauche et sur les jambes droite et gauche, respectivement. La jambe droite est une électrode indifférente. À l'effort, les dérives des membres sont placées sur les épaules et aux crêtes iliaques de chaque côté. Cela donne une lecture légèrement différente, de sorte que ces positions ne devraient pas être utilisées pour réaliser les enregistrements standard.

1.2.6 En Europe, à la rédaction du présent manuel, l'interprétation des ECG au repos doit, en vertu de la norme JAR FCL 3.130 (d), être effectuée par « des spécialistes agréés par l'*Aeromedical Section* des JAA » (l'« *Aeromedical Section*» faisant partie de l'autorité de réglementation). Aux États-Unis, l'examen est réalisé en ligne, par ordinateur, avec le concours d'un technicien/cardiologue qualifié. À mesure que le formatage et les comptes rendus informatisés s'améliorent en termes de fiabilité et que ces techniques se généralisent, certains mettent en doute la nécessité de recourir à des spécialistes pour interpréter de grands nombres d'ECG essentiellement normaux. Néanmoins, un spécialiste expérimenté dans l'interprétation des tracés est probablement plus sensible et plus précis qu'un ordinateur travaillant à partir d'un profil préétabli, peut-être simplement parce qu'il peut mieux tenir compte des facteurs que sont l'expérience et le biais des probabilités. Aucun des programmes actuellement disponibles dans le commerce n'est approuvé pour effectuer la tâche d'interprétation dans le contexte de l'aviation. Dans la pratique, les programmes informatiques tendent à pécher par excès de prudence, c.-à-d. à signaler trop de cas (comme pourraient le faire des spécialistes fatigués ou manquant d'expérience). En termes de sécurité, la différence entre les signalements informatisés et les rapports d'examineurs expérimentés n'est probablement pas mesurable, bien qu'une délégation de la responsabilité de traiter les rapports soulève des questions de responsabilisation et d'audit des processus.

1.2.7 Une approche plus détaillée de l'interprétation des ECG au repos est présentée à l'Appendice 1A, et quelques exemples d'ECG de membres d'équipage figurent à l'Appendice 1B.

Électrocardiographie à l'effort

1.2.8 Aucune disposition de l'Annexe 1 n'oblige à pratiquer un ECG de routine à l'effort. Certaines compagnies aériennes exigent ce type d'ECG dans le cadre des examens réguliers ou de l'examen d'admission. Lorsque des enregistrements à l'effort sont réalisés, souvent pour clarifier une anomalie mineure de l'ECG, il convient de suivre un protocole standard, tel que le protocole de Bruce sur tapis roulant³ ou un protocole équivalent. Le protocole de Bruce n'est pas le seul disponible (Tableau III-1-1) mais il est le plus utilisé. Son défaut est de ne pas soumettre au même défi des individus anthropomorphiquement différents par la taille et le poids.

1.2.9 L'ECG à l'effort devrait utiliser les 12 dérivations standard, en afficher au moins trois simultanément et être soumis à un filtrage et un calibrage optimaux. Les dérivations des membres devraient être placées sur les épaules et sur le bas du tronc. Les enregistrements devraient être faits au repos dans les positions debout et couchée et après hyperventilation pendant dix secondes. Un enregistrement de 12 secondes devrait être réalisé pour chacune des observations au repos, pour chaque minute d'effort et pour chacun des épisodes de 10 minutes de récupération. Il n'est pas rare que des changements de diagnostic soient perçus seulement durant la phase de récupération.

1.2.10 Le sujet devrait être soumis à l'effort jusqu'à la limite des symptômes et devrait mener à bien au moins trois étapes, soit neuf minutes, du protocole ou atteindre une consommation d'oxygène équivalant à 11 équivalents métaboliques (MET)⁴. La fréquence cardiaque maximum en fonction de l'âge se calcule en soustrayant l'âge en années de 220 (battements/minute (bpm)). La sensibilité de l'épreuve est maximale lorsque la mesure est prise à la limite des symptômes, plutôt qu'à un quelconque pourcentage de la fréquence maximum en fonction de l'âge. Il convient d'indiquer la raison de l'arrêt de l'épreuve, ainsi que la présence ou l'absence de symptômes.

1.2.11 Dans certains pays, le vélo ergométrique reste largement utilisé. L'inconvénient relatif de cette épreuve est que les sujets ne doivent pas supporter leur propre poids et qu'il n'existe aucune obligation de maintenir la vitesse. De plus, certaines personnes n'ont pas l'habitude de rouler à vélo. Le protocole du vélo qui se rapproche du protocole de Bruce sur tapis roulant est le protocole à 20 Watts. Le sujet est assis et la charge de travail est progressivement augmentée de minute en minute de zéro à 20 Watts, jusqu'aux mêmes valeurs cibles de fréquence cardiaque/symptômes. Ni l'une ni

3 Protocole de Bruce sur tapis roulant : test normalisé sur tapis roulant pour diagnostiquer et évaluer des pathologies cardiaques et pulmonaires, élaboré par Robert A. Bruce, cardiologue américain (1916-2004).

4 1 MET correspond au besoin d'oxygène au repos d'un homme de 40 ans pesant 70 kg (3,5ml/min/kg).

l'autre de ces méthodes de test ne présentent une sensibilité complète (elles ne détectent pas les lésions non limitatrices du flux sanguin) et elles ne sont pas totalement spécifiques (elles peuvent faussement indiquer la présence d'une coronaropathie). En conséquence :

- *Sensibilité* = vrais positifs/(vrais positifs + faux négatifs). Elle reflète le pourcentage de tous les sujets atteints d'une coronaropathie présentant un test anormal.
- *Spécificité* = vrais négatifs/(faux positifs + vrais négatifs). Elle reflète le pourcentage de tests négatifs chez les sujets ne présentant pas de coronaropathie.
- *Précision de la valeur prédictive positive* = vrais positifs/(vrais positifs + faux positifs). Elle reflète le pourcentage de réponses anormales chez les sujets présentant une coronaropathie.
- *Précision de la valeur prédictive négative* = vrais négatifs/(vrais négatifs + faux négatifs). Elle reflète le pourcentage de réponses négatives chez les sujets ne présentant pas de coronaropathie.

1.2.12 L'interprétation des données d'ECG à l'effort a fait l'objet de nombreuses études. Il subsiste un intérêt excessif pour l'interprétation du segment ST, dont le sous-décalage (ou le sus-décalage) se mesure à 60 ms après le point J, soit la jonction de l'onde S et du segment ST. Il faut en examiner de près le schéma au repos et aux premières étapes de l'effort, pendant l'enregistrement et, surtout, aux premiers stades de récupération. L'ECG de récupération devrait être enregistré pendant 10 minutes. Sa sensibilité et sa spécificité sont maximales lorsque l'ECG au repos est normal et minimales lorsque l'ECG est anormal, par ex. en cas de bloc de branche gauche. Souvent un sous-décalage horizontal de 2 mm du segment ST est qualifié de « positif » (c.-à-d. indicatif d'une coronaropathie), mais ce terme est source de confusion car une observation de ce type n'implique pas nécessairement la présence d'une telle pathologie. L'interprète qualifié sera plus influencé par le temps de marche, les (éventuels) symptômes et le schéma de changement que par les valeurs chiffrées.

1.2.13 La fonction ventriculaire est un bon indicateur de résultat et son substitut, le temps de marche à l'effort, en est le reflet. Un temps de marche > 10 minutes sur le tapis roulant standard de Bruce est associé à un taux annuel d'événements inférieur à 1 %, même si la réponse à l'ECG n'est pas tout à fait normale. Cette capacité prédictive s'applique aussi après un infarctus du myocarde, une chirurgie coronarienne, une angioplastie et la pose d'une endoprothèse coronaire. Les arguments contre des ECG de routine à l'effort chez les membres d'équipage de conduite sont les suivants ; ils reposent sur la théorie bayésienne de la probabilité conditionnelle⁵ :

Tableau III-1-1. Protocoles standard sur tapis roulant

ÉTAPE	Bruce		Sheffield		Naughton		Ellestad	
	(mph)	(%)	(mph)	(%)	(mph)	(%)	(mph)	(%)
1	1,7	10,0	1,7	0,0	1,0	0,0	1,7	10,0
2	2,5	12,0	1,7	5,0	2,0	0,0	3,0	10,0
3	3,4	14,0	1,7	10,0	2,0	0,0	4,0	10,0
4	4,2	16,0	2,5	12,0	2,0	3,5	5,0	10,0
5	5,0	18,0	3,4	14,0	2,0	7,0	5,0	15,0
6	5,5	20,0	4,2	16,0	2,0	10,5	6,0	15,0
7	6,0	22,0	5,0	18,0	2,0	14,0		

5 Théorème de Bayes : Formule mathématique simple utilisée pour calculer les probabilités conditionnelles. Dans un contexte médical, elle peut être paraphrasée comme suit : « plus la maladie que l'on tente de dépister est rare, plus grand sera le pourcentage de faux positifs dans les tests positifs ». D'après les travaux du pasteur Thomas Bayes, mathématicien britannique (1702-1761).

- Chez le pilote moyen d'âge moyen, la prévalence des coronaropathies significatives peut être de seulement 1 à 2 %.
- La sensibilité de l'ECG à l'effort est seulement de 60 à 70 %, c.-à-d. qu'il ne détecte que ce pourcentage des sujets présentant une coronaropathie, à savoir les vrais positifs.
- Si 1 000 pilotes passaient cet examen, 10 à 20 (soit 1 à 2 %) pourraient être atteints de ce type de pathologie mais seulement 6 à 14 cas (soit 60 à 70 % de 1 à 2 %) seraient détectés.
- Ce test ayant une spécificité de 95 % (au mieux, mais elle pourrait être bien moindre), 5 % (environ 50 pilotes) obtiendraient un changement de diagnostic mais sans pathologie ; en d'autres termes, il s'agirait de faux positifs.
- Le nombre de faux positifs à l'issue de l'épreuve d'effort pourrait donc dépasser d'un facteur sept ou plus le nombre de vrais positifs.

1.2.14 Cet effet a été démontré dans une étude menée sur des policiers en bonne santé ayant un âge moyen similaire à celui de la population de pilotes (38 ans), dont 916 ont fait l'objet d'un suivi avec des séries d'ECG à l'effort pendant 8 à 15 ans (moyenne 12,7 ans). Vingt-trois avaient initialement une réponse anormale à l'effort et 38 sont passés à une réponse anormale pendant la période de suivi. Il y a eu neuf événements coronaires dans le premier groupe et 12 dans le second. Dans le groupe bien plus nombreux des participants ayant une réponse normale, 44 événements ont été dénombrés. La précision de la valeur prédictive positive était de 25,3 %, mais il n'y a eu qu'un décès soudain dans le groupe ayant une réponse initiale anormale. Sept décès soudains ont été enregistrés dans le groupe, bien plus nombreux, des individus à réponse « normale ».

1.2.15 Les hommes d'âge moyen ayant participé au programme *Seattle Heart Watch*⁶ et qui avaient plus d'une réponse anormale à l'ECG à l'effort en présence d'un ou plusieurs facteurs de risque vasculaire ont eu un taux annuel d'événements coronariens > 5 %. À titre comparatif, le risque d'événement n'était que de 0,22 % chez les sujets ne présentant pas de facteurs de risque vasculaire et dont la réponse à l'effort était normale. Une seule réponse anormale en l'absence de facteur de risque vasculaire portait le risque d'événement à 0,42 % par an. Dans ces circonstances, la constatation d'une ECG à l'effort normale identifie un groupe dont le risque d'événement est < 1 % par an, ce qui est acceptable.

1.2.16 Dans leurs lignes directrices, l'*American College of Cardiology (ACC) / American Heart Association (AHA)* estiment qu'il est moins approprié de réaliser un ECG à l'effort sur des sujets à risque de coronaropathie avec une probabilité prétest faible ou élevée de présence de cette pathologie que sur des individus ayant une probabilité moyenne. Ce constat repose sur la valeur la plus élevée en termes de résultat de diagnostic : les sujets à faible risque auront probablement une réponse normale, les sujets à haut risque, une réponse anormale. Une étude menée sur 5 103 patients présentant des symptômes évoquant l'angor, pour qui l'examen a une sensibilité générale de 70 % et une spécificité de 66 %, a noté une augmentation progressive de la valeur prédictive positive – respectivement 21 %, 62 % et 92 % pour les probabilités prétest faible, moyenne et élevée – et une baisse de la valeur prédictive négative – respectivement 94 %, 72 % et 28 %. Bien que ce groupe ne soit pas représentatif de la population de pilotes en termes de prévalence de la maladie, cette étude souligne qu'avant d'autoriser une reprise de fonction de membres d'équipage de conduite ayant une probabilité de coronaropathie faible (c.-à-d. absence de symptômes, facteur de risque vasculaire non significatif (y compris compte tenu de l'âge) et modifications non spécifiques de l'ECG), il est utile de réaliser un ECG à l'effort en raison de sa valeur prédictive négative élevée.

6 Programme *Seattle Heart Watch* de Seattle : étude lancée par les médecins Robert A. Bruce et al. en 1971, à laquelle ont collaboré des médecins travaillant en milieu hospitalier, dans des cabinets médicaux et au service médical de l'entreprise Boeing. Elle a exploré la faisabilité, l'utilité et la reproductibilité de résultats d'épreuves d'effort menées jusqu'à la limite des symptômes chez des patients cardiaques ambulatoires et chez des sujets apparemment sains. Une base de données de plus de 10 000 individus a été constituée sur une période de 10 ans.

1.2.17 Des examens plus approfondis devraient être réalisés lorsque la probabilité d'une coronaropathie est élevée (c.-à-d. symptômes, risque vasculaire important (y compris l'âge), modifications éventuellement significatives de l'ECG, coronaropathie connue), indépendamment du résultat du test à l'effort. Pour le groupe intermédiaire, l'évaluation à l'effort seule pourrait être insuffisante, certains auteurs ayant noté une différence statistiquement significative entre les valeurs prédictives prétest et post-test ($P < 0,0001$). Un taux significatif de faux négatifs après examen n'est guère compatible avec la réglementation.

1.2.18 Alors que l'aviation était jadis un domaine quasi exclusivement masculin, l'augmentation du nombre de femmes recrutées dans ce secteur ces trois dernières décennies a entraîné la nécessité de rechercher des coronaropathies dans un groupe où la prévalence de ces pathologies est généralement faible. Une méta-analyse des épreuves à l'effort pour la détection des coronaropathies chez les femmes a révélé une sensibilité générale de 61 % et une spécificité de 70 %, soit des taux comparables à ceux obtenus chez les hommes, mais d'une valeur limitée en raison du nombre élevé à la fois de faux positifs et de faux négatifs. Il faudrait chercher des éléments indicatifs supplémentaires en fonction de la situation clinique.

1.2.19 Quelques réponses normales et anormales à l'ECG à l'effort sont illustrées à l'Appendice 2.

Échocardiographie sous stress pharmacologique

1.2.20 Chez un sujet présentant une faible probabilité de coronaropathie, il vaut mieux évaluer des anomalies aux ECG de routine au repos au moyen d'ECG à l'effort. Lorsqu'un enregistrement à l'effort est équivoque ou anormal et que la probabilité de coronaropathie est moyenne ou élevée, il est cliniquement indiqué de pratiquer des évaluations complémentaires.

1.2.21 De toutes les techniques disponibles, l'échocardiographie sous stress est la moins invasive mais celle pour laquelle nombre de centres ont le moins d'expérience. En recourant à l'effort ou à un agoniste bêta (tel que la dobutamine) pour augmenter les besoins du myocarde en oxygène, l'échocardiographie sous stress révèle l'anomalie des mouvements de la paroi ventriculaire en présence d'ischémie myocardique. Dans une étude, le taux de survie à trois ans sans événement dans un groupe de patients ayant un âge moyen de 68 ans et un échocardiogramme sous stress normal était de 97,4 %. Ce résultat était supérieur à celui de leurs pairs de même âge et de même sexe. Une autre étude a révélé une mortalité annuelle à six ans de 1 % dans un grand groupe de patients âgés en moyenne de 54 ans et ayant un échocardiogramme à l'effort normal. Toutefois, une troisième étude, la plus grande qui ait évalué la survie et les résultats à long terme après des échocardiogrammes sous stress normaux, a conclu que le pronostic « n'était pas nécessairement favorable ». L'âge moyen des patients était plus élevé (68 ans).

1.2.22 Cette technique est de plus en plus utilisée et présente l'avantage de ne pas nécessiter de dose radioactive. Toutefois, elle doit être effectuée dans un centre expérimenté et il faut plus de données de résultat à long terme.

Imagerie de perfusion myocardique

1.2.23 Un examen plus courant est l'imagerie de perfusion myocardique (IPM). La plupart des IPM ont été réalisées avec le thallium-201, un radionucléide ayant une demi-vie de 72 heures, qui se désintègre en mercure-201. La dose standard est de 80MBq⁷ ; environ 4 % sont absorbés lors du premier passage à travers la circulation coronaire. La dose de radiations est assez élevée et équivaut à 18mSv⁸, ce qui dépasse d'un facteur de deux ou trois la dose de radiations reçue pendant l'angiographie coronaire, bien que les doses soient souvent inférieures avec les équipements les plus modernes.

7 MBq : Mégabecquerel = 1 000 kBq. 1 Bq = 1 désintégration par seconde ; doit son nom au physicien français Antoine Henri Becquerel (1852-1908).

8 mSv : millisievert. 1 Sv = 1 J/kg, l'équivalent de dose mesurant l'effet biologique de la radiation. Du nom de Rolf Maximilian Sievert, physicien suédois (1896-1966).

Cette dose de radiations se comporte comme le potassium dans le myocarde à l'effort, étant absorbée par les cellules myocardiques via un mécanisme dépendant de l'adénosine triphosphatase (ATP-ase) sodium-potassium.

1.2.24 L'effort est maintenant supplanté par des agents pharmacologiques, en général l'adénosine, comme moyen de stress myocardique. On obtient ainsi une vasodilatation maximale, avec une réponse limitée au niveau de la fréquence cardiaque. Un agent pharmacologique est privilégié en présence d'un bloc de branche gauche. L'imagerie est réalisée après un stress maximum et trois heures plus tard, pour permettre la redistribution de l'isotope. D'autres agents stressants peuvent être utilisés, notamment le dipyridamole et la dobutamine. D'autres radionucléides, tels que le technétium-99m-2-méthoxy-isobutyl-isonitrile (MIBI), offrent une meilleure résolution pour une dose de radiations inférieure.

1.2.25 La valeur prédictive de l'IPM a été établie et dépasse celle de l'ECG à l'effort, bien que l'IPM ait aussi une spécificité et une sensibilité incomplètes en termes de diagnostic. On peut s'attendre à une sensibilité de l'ordre de 68 % et à une spécificité de 77 % pour l'ECG à l'effort, alors que la scintigraphie au thallium offre quelques points de pourcentage de plus sur ces deux critères, qui dépendent toutefois énormément de la prévalence des coronaropathies dans la population étudiée. Dans une étude portant sur 3 573 patients présentant une coronaropathie à l'angiographie mais une IPM normale, le taux de mortalité ou d'infarctus du myocarde était de 0,9 % l'an sur une moyenne de 28 mois. Dans une analyse plus récente du résultat de 7 376 patients consécutifs ayant une IPM normale à l'effort ou sous adénosine, l'incidence d'événements graves (arrêt cardiaque, infarctus du myocarde) augmentait en fonction de l'âge ainsi que chez les sujets mâles, diabétiques et ayant une coronaropathie connue, mais le taux le plus élevé était de 1,4 à 1,8 % l'an sur la période d'étude de deux ans. Nombre d'autorités de réglementation considéreraient ces chiffres comme n'assurant pas un degré de certitude suffisant pour la certification médicale.

1.2.26 La valeur prédictive incrémentielle de l'étude séquentielle de patients chez qui une coronaropathie est suspectée a aussi été évaluée. Compléter l'examen clinique et l'ECG au repos par un ECG à l'effort permet de nettement augmenter la capacité prédictive, qui peut être encore accrue par l'IPM. On a analysé l'amélioration hiérarchique de la prédiction grâce à l'ajout de l'ECG à l'effort, de l'imagerie par tomographie calculée à émission de photon unique (SPECT) au thallium-201 à l'effort et de l'angiographie coronaire, et il a été prouvé que l'imagerie quadruplait la capacité prédictive, mais que l'angiographie coronaire n'apportait aucune amélioration supplémentaire par rapport à l'ECG à l'effort.

1.2.27 L'imagerie de perfusion myocardique est un examen onéreux, nécessitant une forte dose de radiations. C'est une source d'inquiétude potentielle chez les jeunes sujets. Elle n'a pas une sensibilité complète ni n'est totalement spécifique mais elle est non invasive. Aux fins de la certification médicale, elle peut être indiquée comme examen de choix lorsque l'on recherche, par exemple, des preuves de revascularisation satisfaisante après une chirurgie coronaire/une angioplastie/la pose d'une endoprothèse. Les JAA acceptent maintenant cet examen dans cet objectif, à condition qu'un angiogramme coronaire soit aussi disponible concernant l'événement de référence. En tant qu'examen primaire en présence d'un ECG anormal à l'effort, l'IPM donnera une indication du pronostic, mais seulement des preuves indirectes de l'anatomie coronarienne, ce qui peut être insuffisant d'un point de vue clinique. La recommandation de procéder à cet examen dépend à la fois de la situation clinique et de la situation en matière de certification.

Résonance magnétique cardiovasculaire/Imagerie par résonance magnétique

1.2.28 La résonance magnétique cardiovasculaire (RMC) est sûre, ne nécessite aucune dose de radiations et est non invasive. Elle peut décrire l'anatomie, la fonction, les flux, la perfusion des tissus et l'anatomie des grands vaisseaux coronariens. Elle a un rôle établi dans l'examen des cardiomyopathies et dans la description des cardiopathies congénitales. Elle est aussi utile pour évaluer le ventricule endommagé par un accident ischémique et les grands vaisseaux. C'est pour ces indications qu'une imagerie par résonance magnétique (IRM) peut être utile en vue de la certification médicale de certains membres d'équipage de conduite.

Tomodensitométrie à faisceau d'électrons et angiographie coronarienne par tomodensitométrie multi-détecteurs

1.2.29 La tomodensitométrie à faisceau d'électrons (TFE) est une technique radiographique relativement nouvelle qui permet de détecter la présence de calcifications dans les artères coronaires et de calculer le score d'Agatston⁹ corrélé à la présence de calcium dans les parois des artères coronaires et, par extrapolation, la maladie athéromateuse. Sa valeur prédictive est en cours d'évaluation. Lors d'une récente conférence de concertation de l'*American College of Cardiology*, une précision de la valeur prédictive des maladies obstructives de 70 % a été établie pour cette technique, mais sa spécificité est plus faible. Cette technique n'est pas exigée à des fins réglementaires, mais elle pourrait s'avérer utile lorsque l'on disposera de plus de données sur sa capacité prédictive. Comme l'ECG à l'effort, elle aura probablement une forte précision prédictive négative chez les sujets ayant un faible risque de coronaropathie. Si un membre d'équipage de conduite subit cet examen pour quelque raison que ce soit et que le résultat laisse entrevoir la possibilité d'une coronaropathie, il est indiqué de mener des examens complémentaires à l'aide des techniques disponibles.

1.2.30 La tomodensitométrie à faisceau d'électrons nécessite une dose de radiations inférieure de moitié à celle de l'angiographie coronaire, mais elle est supplantée par l'angiographie coronaire par tomodensitométrie multi-détecteurs (MDCTCA) pour l'examen non invasif des artères coronaires. La dose de radiations de cette dernière technique est la même que celle de l'IPM au thallium et au moins le double de celle de l'angiographie coronaire. Elle n'a pas encore remplacé l'angiographie coronaire pour l'examen d'une coronaropathie avant intervention.

Angiographie coronaire

1.2.31 L'angiographie coronaire a longtemps été considérée comme la norme par excellence pour l'évaluation prédictive des coronaropathies. Si d'autres tests n'ont pas été assez négatifs pour être rassurants quant à l'absence d'une pathologie lors d'une évaluation, cet examen peut être justifié et, dans certains cas, il pourrait être incontournable en vue de la certification médicale. L'angiographie coronaire induit un très faible risque de mortalité : moins d'un sujet sur 5 000 parmi la population saine (telle qu'une population de membres d'équipage de conduite), avec un risque légèrement plus élevé de dommages vasculaires au vaisseau d'entrée ou en raison d'une déchirure de l'intima de l'artère coronaire. Une telle déchirure peut provoquer un infarctus du myocarde. Chez les pilotes privés, la procédure est difficile à justifier si elle doit servir uniquement à des fins de certification médicale, sauf sur insistance de l'intéressé

1.2.32 Un angiogramme coronaire normal, ne révélant aucune coronaropathie obstructive, ainsi qu'un ventriculogramme de contraste normal sont censés aller de pair avec un faible risque d'événement futur. Dans la perspective d'une certification médicale, c'est probablement correct, mais il subsiste un petit groupe de personnes qui ont des réponses anormales à l'ECG à l'effort, sans explication clinique ou autre. Chez de telles personnes, la tendance à les considérer aptes sur la base de leur seule anatomie coronarienne devrait être considérée avec prudence, car elles pourraient par la suite présenter une anomalie myocardique. Un suivi est donc à conseiller.

1.3 PROBLÈMES SPÉCIFIQUES EN CARDIOLOGIE ET EN MÉDECINE CARDIOVASCULAIRE

Facteurs de risque vasculaire

1.3.1 Les facteurs de risque vasculaire sont des anomalies congénitales ou acquises (souvent métaboliques) ou des modes de vie qui sont associés à un risque accru d'événements coronaires (et cérébrovasculaires). Ils comprennent l'hypertension, l'hyperlipidémie, le diabète, le tabagisme, l'obésité et le manque d'exercice. Le syndrome métabolique

9 Score d'Agatston : score de quantification des calcifications coronariennes, basé sur la taille et la densité des plaques calcifiées sur tomodensitogramme. Du nom du docteur Arthur Agatston, cardiologue américain contemporain.

(parfois appelé syndrome X ou syndrome de Reaven¹⁰ – hypertension, hyperlipidémie, insulino-résistance et obésité androïde) entraîne un risque sensiblement accru d'événement vasculaire. Les facteurs de risque vasculaire prédisent les coronaropathies et les coronaropathies prédisent les événements coronaires. L'hypertension a été qualifiée de facteur de risque vasculaire le plus puissant et le plus prédictif de tous, bien qu'en réalité l'âge soit le plus important. Il n'est pas approprié d'évaluer un facteur de risque isolé, car tous les facteurs interagissent énormément entre eux et la présence de multiples facteurs de risque de faible amplitude est aussi mortelle que la présence marquée d'un seul facteur. Aucune disposition de l'Annexe 1 n'est directement liée aux facteurs de risque vasculaire mais, dans l'introduction du Chapitre 6, la Note 2 précise : « Les facteurs prédisposant à la maladie, tels que l'obésité et l'usage du tabac, peuvent être importants pour déterminer si une poursuite de l'évaluation ou de l'enquête est nécessaire dans un cas particulier. » Le paragraphe 6.3.2.7 stipule que la pression artérielle systolique et diastolique restera « dans les limites normales » et le sous-paragraphe 6.3.2.5.1, qu'un candidat déclaré apte après un événement coronarien devra avoir fait l'objet d'une évaluation conforme « aux meilleures pratiques médicales ».

Hypertension

1.3.2 La pression sanguine, traitée ou non traitée, devrait être inférieure à 140/90 mm Hg et ce résultat peut être atteint par une modification du mode de vie (réduction de la prise d'alcool, perte de poids) chez ceux qui ont une hypertension légère. Si la mortalité cardiovasculaire dans les 10 ans est inférieure à 5 % et s'il n'existe aucune preuve de dommages à des organes cibles, des niveaux légèrement supérieurs sont tolérables à court terme. Si elle est supérieure à 5 %, un traitement médical sera nécessaire. En présence de diabète et de micro-albuminurie, il convient d'appliquer des valeurs cibles inférieures, soit 130/80 mm Hg. Une pression qui reste supérieure à 160/95 mm Hg est disqualifiante pour toutes les classes de certification médicale. En aviation, la plupart des agents hypotenseurs courants que l'on peut autoriser sont :

1. les sartans (antagonistes des récepteurs de l'angiotensine – ARA) - par ex. losartan, candésartan
2. les inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine (ECA) – par ex. énalapril, lisinopril
3. les inhibiteurs du canal calcique lent (ICC) – par ex. amlodipine, nifédipine
4. les bêta-bloquants – par ex. aténolol, bisoprolol
5. les diurétiques – par ex. bendrofluméthiazide, indapamide.

1.3.3 Les antagonistes des récepteurs alpha-1, tels que la doxazosine, la prazosine et les produits à action centrale tels que la clonidine, la moxonidine et le méthyl dopa, ne sont pas autorisés. Tout traitement anti-hypertenseur doit être supervisé par un médecin. Au début du traitement ou à la suite d'une modification du traitement ou de son dosage, le pilote doit être déclaré temporairement inapte jusqu'à ce que la stabilisation de son état et l'absence d'effets secondaires, tels que l'hypotension orthostatique, aient été prouvées.

Cholestérol sérique

1.3.4 La mesure du taux de cholestérol, bien que requise par certains services de délivrance des licences, n'est pas une exigence de l'OACI. Toutefois, un taux supérieur à 8 mmol/L (320 mg/dL) devrait être traité (de préférence avec une statine, telle que la simvastatine ou l'atorvastatine), qu'il y ait ou non d'autres facteurs de risque. En présence d'une coronaropathie patente, les objectifs à atteindre devraient être : cholestérol total < 5 mmol/L (< 190 mg/dL) et cholestérol LDL < 3 mmol/L (< 115 mg/dL) ou, en présence de diabète, < 4,5 mmol/L (< 175 mg/dL) et < 2,5 mmol/L (< 100 mg/dL), respectivement.

¹⁰ Syndrome de Reaven : du nom de Gerald M. Reaven, endocrinologue américain (1928-).

1.3.5 Le diabète non insulino-dépendant est autorisé par les SARP de l'OACI, « sous réserve d'un contrôle satisfaisant ». L'intervention contre les facteurs de risque vasculaire est influencée, dans une certaine mesure, par la présence ou l'absence d'autres facteurs de risque ou de preuves de dommages à un organe cible (hypertrophie ventriculaire gauche, perte de complaisance vasculaire, baisse de la fonction rénale, micro-albuminurie dans le cadre du diabète). Du point de vue de la bonne pratique clinique, qui devrait être inséparable d'une bonne pratique réglementaire, le *European Society Committee for Practice Guidelines* (de même que d'autres groupes) a établi des tableaux de risque, calculant le risque de décès cardiovasculaire dans les 10 ans chez les hommes et les femmes dans les pays à haut et à faible risque, en tenant compte de l'âge, de la pression sanguine systolique, de la cholestérolémie totale et du tabagisme. Un individu d'âge moyen ayant un risque de décès dans les 10 ans > 5 % a besoin des conseils d'un spécialiste.

1.3.6 Les stratégies de prévention, applicables à tous, devraient commencer par cibler le mode de vie : pas de tabagisme, maintien d'un poids corporel optimal, pas de consommation excessive d'alcool (beaucoup d'États ont établi une recommandation concernant l'ingestion quotidienne ou hebdomadaire maximale d'alcool¹¹) et une activité physique régulière. Les pilotes, sur la base de leur évaluation médicale régulière et de la nécessité de maintenir leur aptitude médicale, devraient être en position idéale pour initier des stratégies de prévention visant à entretenir un bon état de santé. Il est toutefois regrettable que cette opportunité soit souvent gaspillée faute de conseils adéquats du médecin/MEA ou de respect de ces conseils par le pilote, généralement parce que l'on pense, à tort, que la médecine préventive et la médecine curative sont incompatibles et doivent être maintenues séparées. Cette idée fausse détruit des carrières et compromet la santé future.

1.3.7 L'athérosclérose des grands vaisseaux (c.-à-d. de l'aorte) et des vaisseaux de taille moyenne (c.-à-d. les artères coronaires et cérébrales) apparaît de façon insidieuse, souvent au début de l'âge adulte. Elle s'installe pendant de nombreuses années et peut provoquer brusquement un événement cérébrovasculaire ou myocardique. En Europe, les coronaropathies sont trois fois plus courantes dans le nord que dans la « ceinture de l'olive », dans le sud. L'Europe se caractérise aussi par un gradient est-ouest : les taux de crise cardiaque sont généralement plus faibles en Europe occidentale qu'en Europe orientale. Les facteurs diététiques, environnementaux et génétiques intervenant dans ces pathologies ont été mis en évidence dans l'étude INTERHEART¹², dont les résultats sont à prendre en compte dans toutes les régions du monde, pour les deux sexes.

1.3.8 Certains pays ont traditionnellement de faibles taux de crise cardiaque, mais quelques-uns connaissent une évolution à cet égard. Par exemple, les populations d'Asie du Sud, tant localement qu'après émigration, présentent maintenant des taux généralement de 50 à 60 % supérieurs à ceux que l'on observe en Occident. De nombreux facteurs, dont des anomalies métaboliques congénitales et une insulino-résistance, y contribuent. Le Japon et la Chine, qui, comme d'autres pays d'Extrême-Orient, méritent des éloges pour leurs faibles taux moyens de cholestérol sérique et pour certains des taux de crise cardiaque les plus bas du monde, montrent des signes d'augmentation de la prévalence des coronaropathies. Les Japonais qui émigrent aux États-Unis tendent, comme d'autres populations de migrants, à atteindre le degré de risque de leur pays d'adoption. Cette situation globale se reflète donc de façon inégale dans l'environnement aéronautique.

11 L'ingestion quotidienne ou hebdomadaire maximale d'alcool recommandée par les responsables de la santé publique de plusieurs États est généralement exprimée en « unités d'alcool », dont la définition varie d'un État à l'autre. Dans un État contractant, une unité d'alcool est définie comme 15 mL d'alcool pur (alcool éthylique, éthanol), ce qui correspond à un verre standard de bière, de vin ou d'eau-de-vie. Si non accompagnée de nourriture, l'ingestion d'une unité d'alcool entraînera une concentration d'alcool dans le sang d'environ 0,2 g/L chez un homme (70 kg) et d'environ 0,3 g/L chez une femme (55 kg). La consommation hebdomadaire maximale recommandée est de 21 unités pour les hommes et 14 unités pour les femmes.

12 INTERHEART : Étude mondiale des facteurs de risque d'infarctus aigu du myocarde basée sur des cas-témoins, menée par le docteur Salim Yusuf de la McMaster University, Canada, et couvrant plus de 29 000 personnes dans 52 pays (publiée en 2004).

1.4 CORONAROPATHIE

1.4.1 La présence d'une coronaropathie prédit, en général, une issue défavorable. La présence d'un ou plusieurs facteurs de risque vasculaire induit une plus grande probabilité d'événement chez un individu, sans pour autant déterminer si ou quand l'événement pourrait se produire. Il n'en reste pas moins vrai — et c'est là le « paradoxe de la prévention » — que le plus grand nombre d'événements se produiront chez les individus ayant un profil de risque vasculaire quasi normal, étant donné qu'ils sont beaucoup plus nombreux. La prédiction de la probabilité d'un événement, qui devrait se faire sur une période définie, souvent un an, devrait reposer sur des données d'une population témoin de même âge et de même sexe.

1.4.2 La coronaropathie reste une cause majeure de décès prématuré. Les décès dus à une coronaropathie diminuent en Occident, mais ailleurs la tendance est moins favorable ou peut même être inverse. En Europe septentrionale, près de 40 % de la population meurent de maladie cardiovasculaire. Un homme sur quatre et une femme sur six meurent d'une coronaropathie. Dix pour cent de la population décèdent d'un AVC. Un tiers des décès cardiovasculaires chez les hommes et un quart chez les femmes sont prématurés (avant l'âge de 75 ans).

1.4.3 Parmi les nouveaux cas de syndrome coronarien, un sur six se présente sous la forme d'un arrêt cardiaque soudain (ACS) sans symptôme prémonitoire détectable ; deux sur cinq revêtent la forme d'angor et deux sur cinq, celle d'un infarctus du myocarde. Les autres sont des syndromes ischémiques instables. Parmi le tiers des cas non traités qui meurent dans les 28 jours suivant un infarctus aigu du myocarde, environ la moitié meurent dans les 15 minutes suivant le début des symptômes, 60 %, dans l'heure et 70 %, dans les 24 heures. Comme le pilote moyen passe quelque 8 à 10 % de son année au travail, il faut s'attendre à l'éventualité d'une manifestation de symptômes au travail. Même si, en termes de sécurité, l'incapacité (manifeste ou subtile) aura le plus de risque de se produire au moment de l'événement de référence, le risque d'un événement fatal reste sensiblement accru dans les jours et les semaines qui suivent. Vu que les événements cardiovasculaires augmentent de façon exponentielle à mesure que les individus avancent en âge, les pilotes plus âgés sont les plus susceptibles de connaître un événement, en particulier lorsque l'âge se combine à d'autres facteurs de risque, tels que l'hypertension, l'hyperlipidémie, le tabagisme, l'insulinorésistance et/ou des antécédents familiaux.

1.4.4 La plupart des syndromes coronariens sont imputables à une obstruction des vaisseaux par des athéromes. Ces dépôts riches en lipides, qui s'accumulent au niveau de lésions vasculaires, peuvent être présents au début de l'âge adulte mais ne se développent que très lentement. Ces foyers athéromateux, appelés « plaques », contiennent des « macrophages spumeux » – cellules d'origine monocytaire, cellules de muscle lisse et lipides sous la forme de cholestérol, d'acides gras et de lipoprotéines. La composition de ces plaques est très variable, de même que leur stade de développement et leur comportement chez les individus. Leur comportement peut aussi être modifié par un traitement médical. La thrombose se produit en association avec une rupture de plaque, qui déclenche un cycle de coagulation via plusieurs mécanismes. La séquence d'événements qui en découle dépend de la morphologie de la plaque, de sa localisation dans l'artère coronaire, de l'étendue du thrombus qui y est associé et de la présence ou de l'absence d'une circulation collatérale. L'écoulement varie selon la quatrième puissance du rayon et la pathologie peut rester asymptomatique jusqu'à ce que l'obstruction d'au moins une des principales artères épicaudales atteigne 50 à 70 % du diamètre luminal. L'infarctus du myocarde dû à la rupture d'une plaque peut toutefois résulter d'une plaque faiblement obstructive.

1.4.5 Si l'événement thrombotique est minime et si la plaque n'est pas grande, il peut rester asymptomatique ou la rupture de la plaque peut déclencher des symptômes d'angor. Si le vaisseau est obstrué, un infarctus du myocarde irrigué par ce vaisseau se produira sauf si une circulation collatérale adéquate est présente. La formation d'une circulation collatérale étant surtout courante lorsque la quasi-obstruction existe de longue date, un tel résultat est moins probable chez les aviateurs, qui non seulement doivent être asymptomatiques mais doivent aussi passer des examens médicaux réguliers. C'est par le biais de ces processus patho-physiologiques que se produisent les syndromes coronariens d'angor stable/instable et d'infarctus du myocarde.

Angine de poitrine (Angor)

1.4.6 La douleur ou le malaise que génère l'angor est un des symptômes les plus familiers en médecine. Toutefois, le diagnostic est parfois posé incidemment, sans qu'il soit tenu compte des conséquences pour le patient. Les caractéristiques de l'angor – douleur ou malaise central oppressant, rayonnant généralement mais pas exclusivement dans le bras gauche, dans un contexte de fatigue – devraient permettre de l'identifier. Mais ces symptômes peuvent aussi se présenter du côté droit, dans le dos ou dans la gorge. Sauf s'il se manifeste comme un syndrome instable ou pendant un infarctus du myocarde, l'angor ne dure guère (moins de 2 ou 3 minutes) et va généralement de pair avec une activité physique, effectuée surtout tôt le matin, dans le froid ou après un repas. L'angor peut aussi être déclenché par une émotion.

1.4.7 La gravité de l'angor n'est que peu corrélée à l'étendue d'une coronaropathie. Un individu inactif peut ne présenter aucun symptôme malgré une obstruction significative des trois vaisseaux ; l'obstruction d'un vaisseau ramifié peut déclencher des symptômes chez un individu actif. Le taux brut de mortalité lié à l'angor est de l'ordre de 4 % l'an. « Douleur thoracique ? Cause » est un diagnostic cardiologique par défaut familial, qui souligne la difficulté rencontrée parfois pour diagnostiquer les douleurs thoraciques (voir ci-dessous). L'angor peut survenir dans un contexte d'artères coronaires normales en tant qu'angor de repos ou angor de Prinzmetal¹³. Il est plutôt diurne, la douleur apparaissant souvent au petit matin. Parmi les autres explications non coronaires de l'angor, citons la cardiomyopathie hypertrophique ou dilatée, la sténose aortique, l'hypertension sévère et l'anémie. Ces diagnostics ne doivent pas passer inaperçus chez un aviateur par ailleurs en bonne santé.

1.4.8 La présence d'angor, quelle qu'en soit la cause, même lorsque les symptômes sont supprimés par des médicaments, exclut de toutes les classes de certification médicale.

Douleur thoracique ? Cause

1.4.9 « Douleur thoracique ? Cause » est un diagnostic cardiologique courant dans les consultations ambulatoires, ce qui implique que même si des symptômes sont présents une évaluation complète n'aboutit pas à une explication cardiovasculaire. Ce type de diagnostic est rare chez les membres d'équipage, mais il faut exclure la présence d'une coronaropathie obstructive, souvent à l'aide d'un ECG à l'effort. Tout symptôme récurrent doit être évalué, étant donné qu'il est susceptible de provoquer une incapacité subtile. En présence d'artères coronaires normales, de tels symptômes sont indicateurs d'un pronostic normal.

Coronaropathies mineures

1.4.10 L'angiographie coronaire peut prédire de futurs événements cardiovasculaires. Il est à noter que dans une étude, sur 347 patients qui présentaient des douleurs thoraciques mais avaient des artères coronaires normales, deux seulement (0,6 %) sont morts d'une coronaropathie dans les dix ans. Le taux de mortalité à dix ans était de 2 % pour les cas d'obstruction de moins de 30 %, et de 16 % pour les obstructions supérieures à 30 % mais inférieures à 50 %. Les données enregistrées dans le cadre de la *Coronary Artery Surgery Study* (CASS)¹⁴ donnent un taux de survie à sept ans de 96 % pour les 3 136 patients qui avaient des artères coronaires normales ou des artères ne présentant que des sténoses minimales. L'étude à long terme de l'évolution naturelle de 1 487 pilotes de l'armée de l'air américaine ayant des vaisseaux « normaux » et des vaisseaux présentant des « irrégularités luminales » n'a mis en évidence aucun événement

13 Angor de Prinzmetal ou angor de repos : forme atypique d'angor, dans laquelle les accès se produisent au repos et souvent aux petites heures du matin. Un spasme focal d'une artère coronaire épicardique provoque une réduction transitoire abrupte du diamètre de l'artère, ce qui induit une ischémie myocardique. Du nom de Myron Prinzmetal, cardiologue américain (1908-1994).

14 CASS – *Coronary Artery Surgery Study* : registre multicentrique de patients et essai clinique randomisé, destinés à évaluer l'effet des pontages aortocoronariens sur la mortalité et sur des résultats non fatals sélectionnés. Menée sous les auspices du *National Heart, Lung and Blood Institute* de Bethesda, Maryland (États-Unis), cette étude a porté sur 24 959 patients enregistrés entre 1974 et 1979.

dans l'un ou l'autre groupe au terme de cinq ans. Entre cinq et dix ans, le taux d'événements était de 0,1 % l'an dans le premier groupe et de 0,56 % l'an dans le second groupe. Le taux d'événements pour des « coronaropathies minimes ou non occlusives de moins de 50 % » était de 1,2 % l'an durant la deuxième période de cinq ans.

1.4.11 En l'absence de symptômes disqualifiants ou d'autres contre-indications, une certification d'aptitude au pilotage, sans restriction, est possible pour des membres d'équipage de conduite ayant des douleurs thoraciques et des artères coronaires normales ou atteints seulement d'irrégularités mineures, sous réserve d'une évaluation continue. Une sténose de plus de 30 % de tout vaisseau majeur doit entraîner une restriction aux opérations en équipage multiple, tandis qu'une sténose supérieure à 50 % est disqualifiante. En cas de sténose du tronc commun coronaire gauche ou des artères interventriculaires antérieures proximales, les pilotes ayant des lésions supérieures à 30 % devraient se voir refuser la certification médicale.

Coronaropathie modérée/sévère et arrêt cardiaque soudain (ACS)

1.4.12 La circulation coronaire est traditionnellement décrite comme composée de trois troncs : l'artère coronaire droite et les deux branches de l'artère coronaire gauche, à savoir l'artère interventriculaire antérieure et l'artère circonflexe. Toutefois, il y a entre les individus des différences significatives de taille et de dominance des vaisseaux coronaires. Les premières données de la *Cleveland Clinic* ont démontré un taux de survie à cinq ans de 83 % chez les patients souffrant d'une pathologie « modérée » d'un seul vaisseau, ce taux retombant à 62 % et 48 % à 10 et 15 ans, respectivement. Un taux d'événements aussi élevé n'est pas tolérable dans le contexte de l'aviation. Cependant, les choses ont bien changé ces 30 dernières années : non seulement on a noté une baisse générale de la prévalence des coronaropathies dans beaucoup de pays (principalement occidentaux), mais de très nombreuses données prouvent qu'une intervention rapide contre les facteurs de risque vasculaire (hyperlipidémie, hypertension, tabagisme, diabète) améliore considérablement le résultat en termes de réduction des événements cardiaques indésirables majeurs et des AVC.

1.4.13 Deux tiers des décès soudains sont imputables au système cardiovasculaire, avec une incidence d'environ une personne sur 1 000 par an. La majorité de ces événements chez les personnes d'âge moyen et les plus âgés sont dus à une coronaropathie. Une hypertrophie ventriculaire gauche constitue un signe avant-coureur majeur, tout comme l'hypertension, l'hyperlipidémie, le tabagisme, le diabète et les antécédents familiaux (décès avant 55 ans chez les hommes et avant 60 ans chez les femmes). Dans l'étude de Framingham, l'hypertrophie ventriculaire gauche constatée à l'électrocardiographie était associée à une mortalité à cinq ans de 33 % chez les hommes et de 21 % chez les femmes. L'hypertrophie ventriculaire gauche induit un risque relatif, indépendant de la présence ou de l'absence d'hypertension, similaire à celui que fait peser une coronaropathie.

1.4.14 Parmi les autres causes d'arrêt cardiaque soudain, citons la cardiomyopathie hypertrophique, la cardiomyopathie dilatée (y compris la dysplasie ventriculaire droite arythmogène), la dysfonction ventriculaire gauche d'origine ischémique, les troubles ioniques, la tachycardie ventriculaire polymorphe catécolaminergique, la sténose aortique, un éventuel prolapsus valvulaire mitral, une origine anormale des artères coronaires, un pont myocardique, un syndrome de Wolff-Parkinson-White¹⁵, des troubles de la conduction atrio-ventriculaire (AV), une myocardite et certains médicaments. Nombre de ces causes sont rares et leur traitement dans le contexte de l'aviation dépasse la portée de ce chapitre ; d'autres sont couvertes ci-dessous.

15 Syndrome W-P-W : classiquement le syndrome WPW associe une tachycardie jonctionnelle réciproque par réentrée et un ECG montrant un intervalle P-R court et un QRS large incluant une onde delta. L'expérience révèle que le syndrome est plus large et des tachycardies jonctionnelles réciproques par réentrée, un flutter atrial et une fibrillation atriale sont aussi observés. Ce syndrome doit son nom à Louis Wolff, cardiologue américain (1898-1972), Sir John Parkinson, médecin anglais (1885-1976), et Paul D. White, cardiologue américain (1886-1973).

Certification médicale en présence d'une coronaropathie connue

1.4.15 L'infarctus du myocarde est, au moins initialement, une pathologie disqualifiante pour une certification d'aptitude au pilotage. Des antécédents d'infarctus, une fraction d'éjection réduite, l'angor, le tabagisme (actuel ou antérieur), des antécédents d'hypertension, une hypertension systolique, le diabète, une accélération de la fréquence cardiaque et une diminution de la tolérance à l'effort sont des indicateurs d'issue défavorable après un infarctus du myocarde.

1.4.16 Par comparaison, les sujets ayant le meilleur pronostic sont asymptomatiques, non diabétiques et normotensifs, ont une fraction d'éjection normale et une coronaropathie restreinte au vaisseau qui sous-tend l'infarctus ou en est responsable. Pour les sujets à pathologie monotronculaire sous-tendant un infarctus complet, on peut envisager une décision d'aptitude avec limitation OML, bien qu'une étude portant sur 262 patients ayant un âge moyen de 52,3 ans n'ait révélé aucune différence dans les taux de survie à cinq et à dix ans, que l'artère liée à l'infarctus ait été évidente ou non. Des taux de survie de 96,9 % contre 93,8 % à cinq ans et de 90,7 % contre 92,7 % à dix ans pour les vaisseaux évidents et non évidents, respectivement, seront sans doute satisfaisants pour la certification chez un individu asymptomatique, mais uniquement si la fraction d'éjection est normale. Les taux de survie à dix ans étaient de 94,8 %, 90,6 % et 74,8 % avec des fractions d'éjection supérieures à 60 %, de 40 à 60 % et inférieures à 40 %, respectivement.

1.4.17 Il est bien établi que la fonction ventriculaire gauche est un puissant indicateur tant des événements cardiovasculaires que de leur résultat. Pour les pathologies monotronculaires, les données de la *Cleveland Clinic* ont d'abord révélé un taux de survie à cinq ans de 89 % et 77 %, respectivement en l'absence et en présence d'anomalies du mouvement des parois. Pour les pathologies bitronculaires, les données du registre CASS ont révélé des taux de survie à six ans allant de 49 à 88 %, le meilleur résultat étant prédit par une fonction ventriculaire gauche normale. Les données du registre CASS ont par ailleurs confirmé l'excellent pronostic chez les hommes sans dégâts ventriculaires qui avaient subi un pontage aorto-coronarien par greffe (PACG), pour qui le taux de survie était nettement meilleur que celui de leurs pairs de Framingham. La réduction de la fonction ventriculaire gauche rend le pronostic moins favorable, une réduction légère à modérée de cette fonction étant associée à des résultats sensiblement moins bons à cinq ans.

Revascularisation du myocarde

Pontage aorto-coronarien par greffe (PACG)

1.4.18 Le résultat à long terme à la suite d'un PACG est maintenant bien établi, même si les preuves des avantages du pontage par rapport à un traitement médicamenteux reposent en grande partie sur trois études terminées dans les années 1980. Les évolutions subséquentes comprennent une utilisation plus généralisée des conduits artériels, dont les artères mammaires internes et l'artère radiale, comme greffons, en complément ou en remplacement des greffes de veines saphènes. Il est prouvé que ces nouveaux types de greffons mettent plus de temps à se boucher. La greffe à cœur battant et le pontage endoscopique à cœur battant (pontage coronarien direct par voie endoscopique) réduisent la morbidité, mais le résultat à long terme reste à déterminer avec certitude.

1.4.19 Il existe d'importantes différences entre le PACG et l'angioplastie coronaire transluminale percutanée (ACTP) en termes de morbidité à court et à long terme. Selon une méta-analyse précoce comparant les résultats des deux techniques, la mortalité et les infarctus du myocarde non mortels se situent à 10,1 % contre 9,8 % à 2,7 ans, mais le taux de ré-intervention dans la première année était de 33,7 % dans le groupe ACTP, soit dix fois plus que dans le groupe PACG. La chirurgie nécessite une période de rétablissement plus longue, tandis que l'ACTP entraîne des hospitalisations ultérieures répétées. Ces résultats datent de l'époque antérieure aux endoprothèses à élution de médicaments ; depuis lors, la technique a permis d'améliorer les suites de ces interventions, le taux attendu d'événements cardiaques défavorables majeurs étant maintenant de l'ordre de 3 à 4 % durant la première année.

1.4.20 Les résultats à long terme, toutefois, ne sont pas toujours aussi satisfaisants que ce que l'on pensait à l'origine. L'usure du greffon chirurgical se poursuit inexorablement et 10 %, 20 % et 40 % des greffes de veines saphènes étaient obstruées à un, cinq et dix ans, respectivement, avant l'introduction des statines. Une récurrence précoce des

symptômes est probablement due à l'usure du greffon, et une récurrence tardive, à la progression de la pathologie dans le reste des vaisseaux sanguins natifs. Une gestion agressive des lipides améliore le résultat, tandis que la performance robuste de l'artère mammaire interne est bien connue : un taux de survie à dix ans de 93 % chez les patients ayant subi l'implantation d'un morceau de l'artère mammaire interne dans l'artère interventriculaire antérieure. La fraction d'éjection était un important indicateur de résultat.

1.4.21 Le pontage aorto-coronarien par greffe comporte un faible risque d'événement cardiaque défavorable majeur après rétablissement. Le taux actuariel de survie à 5, 10 et 15 ans après pontage par greffe de veine saphène dans un groupe de 428 patients ayant un âge moyen de 52,6 ans était de 94,2 %, 82,4 % et 63 %, respectivement. Ces résultats datent d'avant les statines. Voici la probabilité cumulative de survie sans événements après arrêt cardiaque, infarctus aigu du myocarde, ré-intervention et angor à 5, 10 et 15 ans :

Arrêt cardiaque : 97,8 %, 90,1 % et 74,4 % ;

Infarctus aigu du myocarde : 98,5 %, 89,0 % et 77,4 % ;

Ré-intervention : 97,0 %, 83,0 % et 62,1 % ;

Angor : 77,8 %, 52,1 % et 26,8 %.

1.4.22 La fonction ventriculaire gauche et le nombre de vaisseaux concernés sont des indicateurs de survie indépendants. À des fins de certification médicale, ces chiffres sont rassurants uniquement pour les premières années suivant l'intervention.

Angioplastie coronaire transluminale percutanée (ACTP) et pose d'une endoprothèse intracoronarienne

1.4.23 L'ACTP est une technique bien établie depuis les années 1980. Elle permet habituellement un retour rapide à une activité complète, mais le parcours ultérieur du patient n'est souvent pas exempt d'accrocs. À l'origine, on insérait via un fil-guide un ballon qui était ensuite gonflé à travers la lésion obstructive. Plus récemment, l'insertion d'une endoprothèse – fin treillis métallique – s'est avérée de nature à améliorer le pronostic, et plus récemment encore, la performance de l'endoprothèse a été améliorée par l'éluion de médicaments (agents anti-mitotiques tels que le paclitaxel) depuis sa surface, quoique des données à long terme ne soient pas encore disponibles. Voir clichés A & B à l'App. 3.

1.4.24 Dans le contexte de l'aviation, la certification médicale après une ACTP est subordonnée à l'absence de symptômes et à une revascularisation complète. L'ACTP permet d'éliminer les symptômes, mais il est moins aisé de parvenir à une revascularisation complète avec cette technique. Dans l'essai BARI¹⁶, une revascularisation complète en présence d'une coronaropathie multitrunculaire n'a été atteinte que chez 57 % des patients ayant subi une ACTP, contre 91 % dans le groupe PACG. En termes de survie, aucun avantage n'a été démontré pour l'ACTP par rapport au traitement médicamenteux, contrairement aux résultats enregistrés après intervention chirurgicale. En effet, dans une étude, le groupe traité avec des doses élevées (80 mg) d'atorvastatine présentait un taux d'événements inférieur de 36 % à celui du groupe ACTP. Des résultats similaires ont été obtenus dans l'étude RITA-2.¹⁷ Après trois ans, les décès étaient nettement plus courants dans le groupe ayant subi une angioplastie que dans le groupe traité par médicaments, alors qu'après sept ans il n'y avait plus de différence de taux de mortalité entre les deux groupes. Le groupe traité par angioplastie présentait moins de symptômes.

16 Essai BARI : Étude sur la revascularisation après angioplastie ou pontage, dans laquelle 1 829 patients atteints d'une coronaropathie multitrunculaire symptomatique ayant besoin d'une revascularisation ont été sélectionnés au hasard pour un PACG ou pour une ACTP entre 1988 et 1991. En 1995, le *US National Heart, Lung and Blood Institute* (NHLBI) a émis un avertissement quant aux résultats inférieurs après angioplastie chez les patients diabétiques.

17 Étude RITA-2 : deuxième essai randomisé de traitement de l'angor. Angioplastie coronaire contre traitement médicamenteux de l'angor ; l'essai s'est étendu sur sept ans.

1.4.25 Les patients diabétiques avaient des taux de survie nettement moins bons après une ACTP qu'après un PACG (65,5 % contre 80,6 % à cinq ans) dans l'étude BARI, tandis que l'étude CABRI (comparaison de l'angioplastie coronaire et du pontage en termes de revascularisation)¹⁸ a confirmé une issue plus favorable pour la chirurgie. De même, l'angioplastie par greffe de veine saphène a un piètre résultat. Dans l'étude ARTS (qui compare la revascularisation artérielle après PACG ou ACTP)¹⁹, la différence en termes d'événements cardiaques défavorables majeurs entre la chirurgie et l'angioplastie (en moyenne 30 à 40 %) a été réduite à 14 % à un an avec la pose d'une endoprothèse, ce qui n'est toujours pas impressionnant dans le contexte de l'aviation. Quelque 70 % des lésions traitées par approche percutanée reçoivent maintenant une endoprothèse.

1.4.26 Les premiers espoirs d'endoprothèses à élution de médicaments seront probablement soutenus, bien qu'il puisse y avoir des différences de performance et que d'autres complications, imprévues, puissent apparaître. Toutefois, dans une méta-analyse de 14 essais utilisant le paclitaxel et des endoprothèses à élution de sirolimus, aucune amélioration significative n'a été constatée dans les taux de mortalité ou dans le nombre d'infarctus du myocarde non mortels par rapport aux endoprothèses simples en métal. Les lignes directrices actuelles du *National Institute for Clinical Excellence* (NICE) du Royaume-Uni indiquent que les « stents devraient être utilisés en solution de routine là où une intervention coronaire percutanée (ICP) est la procédure cliniquement appropriée » mais elles n'approuvent pas l'usage illimité d'endoprothèses à élution de médicaments.

1.4.27 Dans le contexte de l'aviation, il faut que le taux d'événements cardiaques défavorables majeurs après revascularisation soit très faible avant qu'une certification médicale puisse être envisagée. L'angioplastie par greffe et l'angioplastie chez les diabétiques ne devraient pas être considérées comme acceptables, vu le taux élevé d'événements subséquents. De plus, dans les pathologies multitrunculaires, cette technique est relativement moins bonne que la chirurgie pour obtenir une revascularisation « complète ». Dans certains États contractants, les pilotes sont déclarés aptes après pose d'une endoprothèse dans une ou plusieurs artères coronaires, à condition qu'il n'y ait aucune preuve d'ischémie réversible (sur la base d'un ECG à l'effort et/ou d'une scintigraphie au thallium) malgré un taux annuel d'événements cardiaques défavorables majeurs pouvant très sensiblement dépasser 1 % par an.

Intervention contre des facteurs de risque vasculaire

1.4.28 Aujourd'hui, il est largement prouvé dans la littérature qu'une intervention contre les grands facteurs de risque vasculaire – hypertension, hypercholestérolémie, tabagisme et diabète – va de pair avec une réduction significative des événements cardiovasculaires mortels et non mortels. Ce constat s'applique tant à la prévention primaire (c.-à-d. avant que la pathologie ne se déclare) qu'à la prévention secondaire (c.-à-d. après un événement cardiovasculaire), dans toutes les tranches d'âges, surtout si de multiples facteurs de risque sont présents. Face à des preuves aussi convaincantes, l'exigence qu'une réduction des facteurs de risque soit entreprise en présence d'une coronaropathie connue relève de la bonne pratique clinique.

- Les objectifs pour le traitement de l'hypertension devraient être une pression diastolique inférieure à 90 mm Hg, prise à D5²⁰, avec un brassard de taille appropriée (< 85 mm Hg sur enregistrement de surveillance ambulatoire sur 24 heures) ; 80 mm Hg dans le contexte du diabète.

18 Étude CABRI : Étude randomisée portant sur 1 054 patients de 26 centres européens, présentant tous une coronaropathie multitrunculaire symptomatique, qui ont subi soit un PACG, soit une ACTP (1988-1992).

19 Étude ARTS : *Arterial Revascularization Therapy Study* : vaste essai randomisé et contrôlé qui a comparé l'intervention coronaire percutanée (ICP) avec pose d'une endoprothèse au pontage aorto-coronarien par greffe (PACG) chez les patients atteints de pathologies multitrunculaires. L'étude ARTS a été conçue à Salzbourg en avril 1996 et menée dans 67 centres en Australie, en Europe, en Nouvelle-Zélande et en Amérique du Sud.

20 D5 : cinquième phase des bruits de Korotkoff, à savoir le silence, pour la détermination de la tension artérielle diastolique.

- Les objectifs pour le traitement de l'hyperlipidémie (avec une statine, si celle-ci est tolérée) devraient être au moins une réduction de 30 % du taux de cholestérol total ou < 5 mmol/L pour le cholestérol total, et < 3 mmol/L pour le cholestérol basse densité (LDL) ou mieux.
- Le diabète devrait être géré comme indiqué au Chapitre 4 de la Partie III.
- Le tabagisme doit être totalement évité.
- Une activité physique planifiée devrait être entreprise.
- Une diminution du poids est bénéfique, via une consommation accrue de fruits et de légumes et le remplacement des graisses saturées par des acides gras mono-insaturés tels que l'huile d'olive.

1.4.29 En résumé, un candidat peut regagner une attestation d'aptitude de classe 1 pour voler en qualité de copilote/avec un copilote ayant les qualifications appropriées (OML) au plus tôt six mois après l'événement de référence (c.-à-d. un infarctus du myocarde/une procédure de revascularisation en présence d'une coronaropathie connue), pour autant que les conditions suivantes soient réunies :

- Il est asymptomatique et n'a besoin d'aucun anti-angoreux.
- Les facteurs de risque vasculaire ont été traités, notamment arrêt du tabagisme, réduction des lipides (avec une statine, sauf contre-indication) et traitement de l'hypertension (avec un inhibiteur de l'enzyme de conversion de l'angiotensine (inhibiteur de l'ECA), un antagoniste du récepteur de l'angiotensine (ARA) et/ou un antagoniste calcique, et l'administration d'aspirine et/ou de clopidogrel, si nécessaire. Les sujets présentant une anomalie du métabolisme du glucose exigent une surveillance et une prise en charge spéciales. Il vaut mieux éviter les agents diurétiques et les bêta-bloquants.
- La fonction ventriculaire gauche est normale (> 50 %), telle que mesurée par échocardiographie (méthode de Simpson²¹), par ventriculographie isotopique à l'équilibre (MUGA) ou par ventriculographie de contraste.
- L'ECG à l'effort jusqu'à l'étape IV du protocole de Bruce sur tapis roulant peut être réalisé en l'absence d'indice d'ischémie myocardique, de trouble significatif du rythme cardiaque et de symptômes.
- L'angiographie coronaire effectuée au moment de l'événement de référence ou à une date proche révèle une sténose inférieure à 50 % dans l'un des vaisseaux principaux non traités ou dans toute greffe de veine/artère loin de tout infarctus ; inférieure à 30 % si l'artère interventriculaire antérieure proximale ou le tronc commun gauche sont concernés.
- Une surveillance Holter²², si indiquée, ne révèle aucun trouble significatif du rythme.
- L'IPM au thallium sous stress, ou test équivalent, ne révèle aucun indice de défaut réversible. Un petit défaut fixe est admissible, à condition que la fraction d'éjection soit dans les limites de la normalité. L'examen devrait être effectué au plus tôt six mois après un événement de référence.

21 La méthode de Simpson, également appelée « interpolation parabolique » car elle utilise la somme des aires sous les paraboles pour déterminer les valeurs approximatives d'intégrales définies, est un algorithme géométrique pour le calcul de la masse et du volume ventriculaires sur la base de mesures en deux dimensions. Du nom de Thomas Simpson, mathématicien anglais (1710-1761).

22 Boîtier Holter : dispositif d'ECG ambulatoire pour la surveillance et l'enregistrement de l'activité cardiaque sur une période de 24 heures ou plus. Du nom de Norman J. Holter, biophysicien américain (1914-1983).

- L'attestation d'aptitude de classe 1 est assortie d'une restriction OML à durée indéterminée. Une attestation de classe 2 sans restriction peut être admissible.
- Un suivi annuel par un cardiologue agréé avec un ECG à l'effort et une analyse de l'état des facteurs de risque vasculaire sont organisés. Des examens supplémentaires peuvent être requis, le cas échéant.

1.5 TROUBLES DE LA FRÉQUENCE ET DU RYTHME

1.5.1 Le cœur humain bat quelque 100 000 fois par jour et cette fréquence reste remarquablement régulière chez un individu en bonne santé. On parle d'accélération de la fréquence cardiaque – de tachycardie – lorsque la fréquence est supérieure à 100 battements/minute, et de bradycardie lorsqu'elle est inférieure à 50 battements/min. Une bradycardie sinusale chez un individu en âge de piloter est rarement grave et peut refléter seulement la forme physique.

1.5.2 Une tachycardie sinusale chez un individu par ailleurs en bonne santé peut être indicative d'anxiété et, même si la plupart des membres d'équipage s'habituent aux examens réguliers, certains continuent à présenter des réactions d'alarme, pouvant être associées à ce qu'il est convenu d'appeler le « syndrome de la blouse blanche ». Les troubles du rythme et de la conduction restent le groupe de problèmes le plus important et certains d'entre eux comptent parmi les problèmes les plus difficiles rencontrés en cardiologie aéronautique.

Extrasystoles atriales et ventriculaires

1.5.3 L'ECG de routine pour les membres d'équipage devrait être enregistré sur un système à trois électrodes (voir ci-dessus). Avec une présentation basée sur trois dérivations, l'enregistrement durera 12 secondes sur une page de format A4 (297 mm de long) à la vitesse de déroulement standard de 25 mm/s ; d'autres tracés ne dureront vraisemblablement pas plus de 12 secondes supplémentaires. Si une extrasystole atriale ou ventriculaire isolée est enregistrée, il peut s'agir d'une coïncidence ; si plusieurs se produisent, il est plus probable que ces événements soient suffisamment fréquents pour justifier un examen. La probabilité de troubles du rythme augmente avec l'âge. En général, une seule extrasystole atriale ou ventriculaire ne revêt aucune importance pour le pronostic et passera probablement inaperçue. L'anxiété, une consommation excessive de thé, de café ou d'alcool, ou le tabagisme peuvent expliquer des événements isolés ; si des symptômes apparaissent, l'anxiété peut contribuer à leur continuation. Une contraction hétérotope atriale fréquente peut être indicative d'une fibrillation atriale.

1.5.4 Des troubles plus complexes du rythme, notamment des extrasystoles ventriculaires fréquentes, avec ou sans polymorphisme ou foyers multiples, des doublets et des salves peuvent revêtir ou non une importance pour le pronostic chez un individu au cœur par ailleurs normal. Dans l'environnement aéronautique, l'évaluation cardiologique avec échocardiographie, surveillance Holter et ECG à l'effort est néanmoins requise.

1.5.5 En règle générale, des extrasystoles ventriculaires dont le nombre est inférieur à 200 par heure sont acceptables si les examens non invasifs sont satisfaisants. Si leur nombre augmente, même chez un individu asymptomatique et par ailleurs normal, il se peut qu'il faille appliquer une limitation OML, vu notre incapacité à prédire l'issue avec certitude.

Bloc sino-atrial (dysfonction sinusale ; syndrome de bradycardie-tachycardie)

1.5.6 Le bloc sino-atrial (se manifestant par un blocage intermittent de la conduction sino-atriale, un blocage complet de la conduction sino-atriale et une tachyarythmie atriale paroxystique liée à des causes diverses) est peu fréquent chez les sujets en âge de piloter. Ce sont surtout le nœud sino-atrial et le myocarde atrial qui sont touchés, bien que le nœud atrio-ventriculaire (nœud AV) et les tissus conducteurs plus distaux puissent aussi être concernés. Cette

pathologie génère une tendance à une bradycardie excessive, surtout la nuit, lorsque le blocage sino-atrial complet peut se produire. Des pauses de plus de 2,5 s seront considérées comme anormales si le sujet est en rythme sinusal. Des salves caractéristiques d'extrasystoles atriales et/ou jonctionnelles suivies de temps prolongés de récupération du nœud sinusal sont typiques de cette pathologie. On note un risque accru d'attaque thromboembolique. Il peut y avoir un chevauchement avec le « cœur d'athlète », qui tend à être associé à un tonus inhibitoire vagal excessif et qui n'est pas rare chez les jeunes pilotes.

1.5.7 Les patients présentant un bloc sino-atrial peuvent rester relativement ou totalement asymptomatiques pendant de nombreuses années ou présenter des symptômes assez rapidement. C'est pourquoi un examen régulier avec ECG à l'effort (recherche d'incompétence chronotrope – réponse atténuée de la fréquence cardiaque à l'effort) et une surveillance par Holter sont justifiés. Une échocardiographie devrait confirmer le maintien de l'intégrité structurelle du cœur. Il est préférable d'appliquer une limitation OML, sauf si le trouble n'est que mineur et si le pilote ne présente pas de symptômes. Une fois que les symptômes apparaissent, le pilote devrait être déclaré inapte.

Tachyrythmie atriale

1.5.8 L'apparition soudaine de troubles du rythme peut être à la fois alarmante et perturbante et elle constitue une cause d'incapacité, subtile ou manifeste. Si la fréquence est très rapide, une hypotension systémique peut survenir et mener à une altération de la conscience. En cas d'anomalie structurelle du cœur, telle qu'une hypertrophie du myocarde associée à une altération de la fonction diastolique, ce trouble peut être mal toléré. L'accroissement des diamètres internes atriaux ou ventriculaires renforce le risque d'attaque thromboembolique. Le trouble, l'anomalie structurelle (ou la cause non structurelle) sous-jacente et l'issue doivent tous être pris en considération dans le contexte d'une certification médicale.

1.5.9 La fibrillation atriale (FA) est l'arythmie la plus fréquente provoquant des symptômes intermittents ou persistants. Elle est souvent liée à une anomalie structurelle du cœur et a pour base des trains continus d'ondes de dépolarisation, déclenchés principalement dans l'atrium gauche. La prévalence de ce type de fibrillation est de 0,4 % dans la population de moins de 60 ans, 2 à 4 %, dans la tranche d'âges de 60 à 80 ans, et plus de 10 % au-delà de 80 ans. La fibrillation atriale peut être associée à une maladie cardiovasculaire ou à une cause extra-cardiaque (c.-à-d. secondaire à une hyperthyroïdie) ou être « idiopathique », c.-à-d. sans pathologie patente. Les causes fréquentes de la fibrillation atriale sont énumérées dans le Tableau III-1-2 et un exemple figure à l'Appendice 1B : 12.

Tableau III-1-2. Causes fréquentes de fibrillation atriale (FA)

FA associée à une maladie cardiovasculaire
FA associée à une maladie extra-cardiaque
FA idiopathique
Hypertension
Infection
Coronaropathie
Alcoolisme
Valvulopathie cardiaque
Thyrotoxicose
Cardiomyopathie
Perturbation de l'équilibre électrolytique
Cardiopathie congénitale
Maladie pulmonaire
Chirurgie cardiaque (récente ou ancienne)
Péricardite

1.5.10 La gestion clinique de la fibrillation atriale inclut l'identification de la cause avec retour au rythme sinusal, si possible, par administration de médicaments ou par électrochoc. La conférence de concertation européenne de 2003 sur la fibrillation atriale a suggéré que la prise en charge soit axée sur le maintien du rythme sinusal ou sur la régulation de la fréquence cardiaque. Une anticoagulation sera requise chez les plus de 65 ans et/ou en présence d'une anomalie structurale du cœur, d'une hypertension et/ou d'une hypertrophie de l'atrium gauche. Dans de nombreux États, mais pas dans tous, la prise d'un anticoagulant est disqualifiante pour toutes les classes de certification médicale.

1.5.11 On rencontre les types suivants de fibrillation atriale :

- à *un seul épisode* avec une cause déterminée, par ex. vomissement ;
- fibrillation atriale *paroxystique*, définie comme plusieurs épisodes se terminant spontanément, généralement d'une durée inférieure à 24 heures ;
- fibrillation atriale *persistante*, où le retour au rythme sinusal ne survient qu'après intervention thérapeutique. La durée est supérieure à 7 jours ;
- fibrillation atriale *permanente*, où le retour au rythme sinusal ne peut être réalisé ou n'a pas été tenté. La durée est supérieure à 12 mois.

1.5.12 Dans le contexte aéronautique, cette pathologie est souvent détectée soit lors d'un ECG révisionnel, soit par la présence de symptômes chez l'aviateur. En général, la cardioversion pharmacologique avec un agent tel que la flécaïnide a de bonnes chances de réussir si le traitement est entrepris dans les premières heures suivant le début de l'épisode. Un traitement par électrochoc peut être requis. Dans l'ensemble, 50 à 80 % des patients reviendront au rythme sinusal par ces moyens lors du premier accès, en fonction de la présence ou de l'absence d'une autre pathologie et de la durée de l'accès. Toutes les tentatives de cardioversion requièrent l'administration d'un anticoagulant tel que la warfarine et le maintien du ratio normalisé international (INR) à 2,5 à 3,0 pendant un mois. Ces actions sont requises avant et après, sauf si elles sont entreprises dans les 24 heures suivant le début de l'accès ou s'il est prouvé que l'atrium gauche est libre de caillot lors d'une échocardiographie transœsophagienne (ETO). Avant de tenter une cardioversion, il convient de mesurer le taux de thyroïdostimuline (TSH) et de traiter la thyrotoxicose, si nécessaire. De même, il convient de pratiquer les tests de fonction hépatique et de mesurer le volume globulaire moyen (VGM) afin de mettre en évidence un éventuel alcoolisme. Après un an, environ 50 % auront vraisemblablement connu au moins un nouvel épisode ; une minorité de cas (moins de 25 %) maintiendront le rythme sinusal à trois ans.

1.5.13 Pour que des membres d'équipage de conduite ayant eu une fibrillation atriale puissent être déclarés aptes, ils devront satisfaire aux critères suivants :

- absence de symptômes ;
- rythme sinusal et tension normale ;
- TSH, test de la fonction hépatique et VGM normaux ;
- absence d'antécédents d'accident ischémique transitoire (AIT) ;
- absence d'autres facteurs de risque de récurrence et/ou d'attaque thromboembolique, y compris chez les plus de 65 ans, notamment l'hypertension, le diabète, l'hypertrophie ventriculaire gauche, une valvulopathie cardiaque, une coronaropathie (nécessitant l'administration de warfarine) ;

- dimensions structurelles et cavités normales du cœur, valves normales et flux normaux à l'échographie-Doppler²³. Le diamètre interne atrial gauche devrait être inférieur à 4,5 cm ;
- le temps de marche à l'effort devrait être normal (> 10 minutes). En cas de fibrillation atriale, la fréquence cardiaque maximale devrait être < 230 bpm et la pause la plus longue < 3,5 s ;
- trois enregistrements Holter sur deux à trois mois devraient montrer une absence d'indice de fibrillation atriale, arbitrairement définie comme au moins trois à cinq cycles consécutifs normaux ;
- licence assortie d'une limitation opérationnelle en équipage multiple. Après une période de deux ans sans événements, la levée de cette restriction peut être envisagée, sous réserve de révision.

1.5.14 Ce sont des normes rigoureuses, qui ne seront atteintes que par une minorité. Les sujets en âge de piloter qui ne répondent pas aux exigences précitées et qui présentent une fibrillation atriale paroxystique/permanente malgré les traitements médicamenteux devront peut-être prendre un anticoagulant tel que la warfarine, traitement les rendant inaptes dans nombre d'États contractants. L'aspirine/Le clopidogrel peut être recommandé par le cardiologue traitant, en l'absence de traitement à la warfarine. À défaut, il faudra, pour décider de l'aptitude, apporter des réponses satisfaisantes aux questions suivantes :

- le risque thromboembolique est-il acceptable sans warfarine ?
- des symptômes, par ex. modification du rythme, sont-ils présents par moments et, dans l'affirmative, sont-ils minimes ?
- la fréquence cardiaque est-elle bien limitée au repos et à l'effort ?
- un médicament approuvé/non approuvé est-il pris ?

1.5.15 Les produits autorisés sont :

- la digoxine (principalement intéressante pour limiter la fréquence cardiaque au repos dans le contexte établi) ;
- les agents bêta-bloquants, généralement l'aténolol ou le bisoprolol, qui peuvent contribuer à préserver le rythme sinusal et à réduire la fréquence cardiaque dans le contexte d'une fibrillation atriale. Le sotalol a aussi un effet de classe III (ainsi qu'un effet pro-arythmique) et est autorisé à condition qu'il y ait absence d'effet pro-arythmique démontré ;
- le vérapamil, qui peut contribuer à préserver le rythme sinusal et à limiter la fréquence cardiaque ;
- le diltiazem, aussi bien seul que combiné aux médicaments précités (avec prudence en cas de bêta-blocage), qui contribue à gérer la fréquence.

1.5.16 Aucun de ces produits n'est particulièrement efficace et, à long terme, la fibrillation atriale va probablement s'installer. Cependant, ils n'induisent généralement pas beaucoup d'effets secondaires.

23 Doppler : imagerie par ultrasons. Du nom de Christian Doppler, physicien autrichien (1803-1853).

1.5.17 Les produits non autorisés sont les suivants :

- les agents anti-arythmiques de classe Ia :
 - la quinidine (risque excessif de torsades de pointes et d'arrêt cardiaque soudain (ACS))
 - le disopyramide (effets secondaires anti-cholinergiques excessifs)
 - le procaïnamide (syndrome de type lupus et, occasionnellement, agranulocytose).
- les médicaments de classe Ib (par ex. la méxilétiline), qui sont inefficaces contre les troubles du rythme atrial.
- les agents de classe Ic (flécaïnide, propafénone), efficaces pour restaurer et maintenir le rythme sinusal mais qui ont des effets indésirables, tels que tremblements et troubles de la vision. Tous deux peuvent provoquer un flutter atrial chez une minorité de patients (environ 5 %).
- Le médicament de classe III le plus efficace, l'amiodarone, qui a un profil d'effets secondaires important et ne peut donc être envisagé. L'effet secondaire le plus fréquent, la sensibilisation à la lumière, est moins important que la perturbation du sommeil et l'assoupissement que celle-ci peut engendrer. Les patients recevant ce type de médicament développent des micro-dépôts cornéens, qui peuvent créer un effet de halo autour des lumières la nuit.
- Les médicaments de classe III : moricizine, dofétilide et ibutilide.
- la warfarine.

1.5.18 Ni la flécaïnide ni le propafénone ne sont autorisés chez les aviateurs, bien que certains États contractants aient approuvé la flécaïnide à une dose de 50 mg deux fois par jour sur une base individuelle après examen spécial. L'amiodarone est généralement interdite, en raison de ses effets secondaires et de la pathologie coexistante probable, bien que dans certains États contractants des mécaniciens navigants aient été déclarés aptes alors qu'ils l'utilisaient.

Warfarine et anticoagulants dans le cas de la fibrillation atriale

1.5.19 La warfarine est associée à un risque d'hémorragie de l'ordre de 1 % par an, pour une réduction de 70 % du risque d'AVC. Elle n'est pas autorisée chez les pilotes européens pour le moment, même si elle a été autorisée dans des cas spécifiques « à titre spécial » par la FAA²⁴ aux États-Unis. Plusieurs essais de prévention des AVC primaires ont identifié les facteurs de risque d'attaque thromboembolique suivants dans le cas de fibrillation atriale paroxystique ou persistante :

- hommes/femmes > 65 ans ;
- diabète ;
- accident ischémique transitoire (AIT) précédent ;
- fraction de raccourcissement ventriculaire réduite ;

24 FAA : *Federal Aviation Administration* (avant 1967, *Federal Aviation Agency*), le service de délivrance des licences des États-Unis.

- coronaropathie ;
- hypertension (pression artérielle systolique > 160 mm Hg) ;
- diamètre interne atrial gauche > 4,5 cm (2,5 cm/m² de surface corporelle).

1.5.20 Chez environ un tiers des sujets de moins de 65 ans, la fibrillation atriale sera « idiopathique » (étant exclue des cas de figure précités). Le risque d'événement thromboembolique cérébral chez ces sujets sera faible (inférieur à 1 % par an) et, traditionnellement, la prise de warfarine ne sera pas indiquée. Les pilotes qui satisfont à cette exigence et aux critères exposés dans la section précédente peuvent être déclarés aptes moyennant restriction (classe 1 avec limitation OML). L'aspirine réduit le risque d'embolie d'environ 20 % et devrait être administrée si elle est tolérée. Des études sont en cours pour déterminer si des sujets à plus haut risque sont protégés par l'aspirine ou par le clopidogrel et par les nouveaux inhibiteurs directs de la thrombine, ces derniers ne nécessitant pas de contrôle régulier de l'INR.

Flutter atrial

1.5.21 Le flutter atrial pose des problèmes spécifiques. Il trouve généralement son origine dans l'atrium droit en tant que circuit de réentrée continu, souvent autour d'une crête entre les orifices des veines caves supérieure et inférieure appelée *crista terminalis*. La réentrée se fait à une fréquence d'environ 300 bpm. Des fréquences de 150 bpm se rencontrent généralement avec un déficit de conduction AV 2 : 1 tandis que le risque subsiste pour une conduction 1 : 1 à 300 bpm. Les symptômes peuvent être gênants en raison du changement brusque de fréquence. C'est pourquoi le flutter atrial est incompatible avec l'exercice des fonctions de pilote.

1.5.22 L'introduction de l'ablation du circuit de flutter par radiofréquence a révolutionné le traitement. Si le circuit de flutter a été supprimé avec succès avec un bloc bidirectionnel éprouvé, si l'arythmie n'est pas revenue depuis trois mois et s'il peut être satisfait au protocole suivant, une attestation médicale de classe 1 avec restriction aux opérations en équipage multiple peut être délivrée sous réserve de suivi cardiologique :

- L'ECG à l'effort (au terme d'au moins trois étapes du protocole de Bruce) est normal.
- L'échocardiographie montre un cœur structurellement normal.
- Absence de flutter atrial sur l'enregistrement Holter (la preuve de fibrillation atriale devra être examinée de façon plus approfondie).
- L'examen électrophysiologique montre un bloc isthmique bidirectionnel.

Une certification sans restrictions pourra être envisagée après 12 mois.

Tachycardie jonctionnelle réciproque par réentrée

1.5.23 La réentrée intranodale est la cause la plus courante de tachycardie régulière à complexe étroit ; elle est à la base de quelque 50 % de toutes les tachycardies. Elle est provoquée par un micro-circuit de réentrée à deux voies, l'une rapide, l'autre à conduction décrémente. Elle a souvent une fréquence d'environ 200 bpm, suffisante pour générer un essoufflement, une gêne au niveau de la poitrine et quelquefois une polyurie due à la libération du facteur natriurétique auriculaire. Comme les troubles tendent à se répéter tout au long de la vie et ne peuvent être éliminés totalement avec certitude, cette pathologie est normalement incompatible avec une certification d'aptitude au pilotage. Une exception peut être faite pour le sujet qui a subi une modification de la voie lente et chez qui le rythme ne peut être induit par exploration électrophysiologique (cf. flutter atrial, ci-dessus).

Tachycardie jonctionnelle de réentrée par voie accessoire (faisceau de Kent)

1.5.24 Ces tachycardies jonctionnelles de réentrée sont provoquées par une voie de conduction extranodale rapide qui « pré-excite » le ventricule. Cette voie est appelée faisceau de Kent²⁵, bien que d'autres variations (par ex. fibres de Mahaïm²⁶ avec voie nodo-fasciculaire) se rencontrent également. Le terme éponyme, schéma de Wolff-Parkinson-White²⁷ (WPW), impliquant l'apparition uniquement de cette configuration caractéristique de l'ECG, est souvent utilisé. En cas de tachycardie (due à diverses causes), le terme « syndrome » est utilisé. Dans une étude du syndrome WPW chez 238 pilotes militaires d'un âge moyen de 34,3 ans, 17,6 % présentaient des symptômes et 82,4 % étaient asymptomatiques. Quinze pour cent des pilotes atteints avaient développé ce syndrome sur une moyenne de 22 ans. L'apparition caractéristique du complexe QRS avec un allongement de l'onde R (onde « delta ») et un raccourcissement de l'intervalle PR (mais un intervalle PT normal) se rencontre dans environ 1,6 pour mille ECG de routine au repos. Voir l'ECG 20 à l'Appendice 1B. Ce syndrome est plus fréquent chez les hommes que chez les femmes.

1.5.25 La prévalence de la tachycardie jonctionnelle par réentrée varie de 5 à 90 % chez les patients hospitalisés avec un syndrome WPW en raison du phénomène de « biais de constatation » (les individus ayant un syndrome WPW et une tachycardie sont susceptibles d'être surreprésentés dans une population hospitalisée par rapport à l'ensemble de la population). En cas de conduction antérograde (orthodromique) via la voie nodale lente et de conduction rétrograde via la voie accessoire rapide, le complexe QRS sera étroit. En cas de conduction antérograde via la voie accessoire et de conduction rétrograde (antidromique) via la voie nodale lente, le complexe QRS sera large. L'apparition de l'onde delta peut être intermittente, ce qui signifie qu'elle est réfractaire par moments. Ce phénomène est généralement associé à un allongement de la période réfractaire effective — 300 à 500 ms — et le terme « sûr » est utilisé pour dénoter un faible risque de tachycardie rapide par réentrée atrio-ventriculaire. Il induit aussi l'absence de capacité de conduction à des vitesses très élevées dans la fibrillation atriale, dans laquelle une conduction anormale totale peut se produire via la voie accessoire.

1.5.26 Bien que nombre d'individus présentant une pré-excitation ne connaissent jamais un épisode de tachycardie et que chez un nombre inconnu de sujets la voie soit cachée, la possibilité d'une tachycardie de réentrée avec déclenchement soudain d'une crise à une fréquence rapide ou d'une fibrillation atriale avec conduction anormale rend difficile une certification médicale. La fibrillation atriale avec conduction très rapide peut provoquer une fibrillation ventriculaire et un arrêt cardiaque soudain, mais le risque est très faible. Il existe aussi une association avec d'autres anomalies, telles que la cardiomyopathie hypertrophique et l'anomalie d'Ebstein²⁸.

1.5.27 À la première constatation d'un schéma d'ECG dénotant un syndrome WPW, un pilote devrait être déclaré inapte. En l'absence d'antécédents d'arythmie et si l'échocardiogramme, l'ECG à l'effort et un ECG ambulatoire sur 24 heures sont dans les limites de la normalité, une attestation de classe 1 avec limitation OML peut être envisagée. L'électrocardiogramme à l'effort en présence d'une onde delta peut être associé à un fort sous-décalage du segment ST, qui peut faire penser à une ischémie myocardique. Dans ce cas, il peut être indiqué de procéder à des examens plus approfondis avec une IPM au thallium ou examen équivalent. Vu l'issue généralement plus favorable, ces examens sont utiles si la voie accessoire est réfractaire au moins de façon intermittente.

1.5.28 Pour une certification sans restrictions, il faut qu'ait été pratiqué un examen électrophysiologique (EEP) démontrant l'absence de tachycardie de réentrée inductible et une PRE antérograde > 300 ms. Si le sujet a des antécédents de tachyarythmie de réentrée, il ne pourra être déclaré apte qu'après ablation prouvée de la voie accessoire. À cette fin, un test à l'ATP ou d'autres EEP peuvent être pratiqués.

25 Faisceau de Kent : faisceau musculaire du cœur, formant une connexion directe entre les parois atriales et ventriculaires. Du nom de F.S.Kent, physiologiste anglais (1863-1958).

26 Fibres de Mahaïm : tissus spécialisés du cœur reliant des composantes du système de conduction directement au septum ventriculaire. Du nom d'Ivan Mahaïm, cardiologue français (1897-1965).

27 Le syndrome W-P-W désigne l'association d'une tachycardie paroxystique (ou d'une fibrillation atriale) et d'une pré-excitation, dans laquelle l'ECG révèle un intervalle P-R court et un complexe QRS large.

28 Anomalie d'Ebstein : atrialisation du ventricule droit avec malformation de la valve tricuspide. Du nom de Wilhelm Ebstein, médecin allemand (1836-1912).

1.6 TROUBLES DE LA CONDUCTION ATRIO-VENTRICULAIRE

1.6.1 Un bloc atrio-ventriculaire du premier degré est présent si l'intervalle PR dépasse les 210 ms. Il se rencontre chez au moins 1 % des candidats pilotes asymptomatiques. En l'absence d'un prolongement du QRS > 100 ms, cette pathologie sera fort probablement bénigne. Cet intervalle devrait se raccourcir à l'effort. Occasionnellement, des intervalles PR très longs se rencontrent jusqu'à 400 ms ; ces cas aussi semblent bénins, à condition que la durée du QRS soit normale et que cet intervalle se raccourcisse à l'effort et après administration d'atropine. Cette pathologie s'associe parfois à un bloc atrio-ventriculaire de type Möbitz I²⁹ (conduction atrio-ventriculaire décrémente), qui devrait être de périodicité courte et ne devrait se produire que la nuit chez de jeunes adultes. La présence supplémentaire d'un bloc de branche, en particulier si l'axe moyen du complexe QRS dans le plan frontal est anormal, soulève l'éventualité d'une pathologie du tissu conducteur distal.

1.6.2 En l'absence d'une complication de ce type, un aviateur peut obtenir une certification sans restrictions.

1.6.3 Le bloc atrio-ventriculaire du deuxième degré est beaucoup moins fréquent que celui du premier degré chez les sujets en âge de piloter. Il a été constaté dans seulement 4 (~0,003 %) des 122 043 ECG de pilotes d'un État contractant en 1962. Une périodicité courte (c.-à-d. 2 : 3 et 3 : 4) du bloc atrio-ventriculaire Möbitz de type I, dans lequel l'intervalle PR se prolonge progressivement jusqu'à ce qu'il y ait une onde P non transmise) se rencontre parfois pendant le sommeil, chez des individus jeunes, normaux, surtout athlétiques. Elle semble ne générer aucun risque particulier et représente une conduction différée au niveau du nœud atrio-ventriculaire, qui est d'origine vagale. La coexistence d'un bloc de branche soulèvera l'éventualité d'une pathologie des tissus conductifs distaux (His-Purkinje).

1.6.4 Le bloc atrio-ventriculaire Möbitz de type I est très rare chez les sujets normaux au cours de la journée et devrait amener à pratiquer une surveillance ambulatoire sur 24 heures et un enregistrement à l'effort. Dans de tels cas, un suivi à long terme est nécessaire et une restriction au pilotage en équipage multiple (OML) doit figurer sur le certificat médical. La présence supplémentaire d'un axe électrique anormal et/ou d'un bloc de branche est susceptible d'être disqualifiante.

1.6.5 Plus généralement, mais pas exclusivement, les blocs atrio-ventriculaires Möbitz de type II et 2 : 1 représentent un retard dans le réseau de His-Purkinje³⁰ et entraînent un risque de progression vers un bloc atrio-ventriculaire complet avec risque de syncope.

1.6.6 De telles anomalies devraient conduire à un refus de certification médicale.

1.6.7 Le bloc atrio-ventriculaire complet (troisième degré) exclut de toutes les classes de certification médicale. En l'absence d'autre pathologie disqualifiante et après la pose d'un stimulateur cardiaque, une certification médicale de classe 2 limitée peut être envisagée. La dépendance d'un stimulateur cardiaque rend normalement inapte pour les opérations de classe 1. Le bloc atrio-ventriculaire complet congénital est rare et même si les sujets atteints survivent généralement jusqu'à la cinquantaine et au-delà, il existe un risque excessif d'arrêt cardiaque soudain.

1.6.8 Les blocs atrio-ventriculaires Möbitz de type II et 2 : 1 et le bloc atrio-ventriculaire complet sont incompatibles avec toute classe de certification médicale.

29 Bloc Möbitz : type I : bloc atrio-ventriculaire du deuxième degré qui comporte un allongement progressif de l'intervalle PR jusqu'à ce qu'une onde P ne soit pas suivie d'un complexe QRS ; type II : l'intervalle PR reste inchangé avec blocage inopiné de l'onde P, qui ne parvient pas jusqu'aux ventricules. Du nom de Woldemar Möbitz, cardiologue russo-allemand (1889-1951).

30 Réseau de His-Purkinje : Une partie du système de conduction du cœur, commençant au faisceau de His et se terminant aux extrémités du réseau de fibres de Purkinje au sein des ventricules. Du nom de W. His, Jr, médecin suisse (1863-1934) et Johannes E. Purkinje, physiologiste tchèque (1787-1869).

1.7 TROUBLES DE LA CONDUCTION INTRAVENTRICULAIRE

Bloc de branche droit

1.7.1 Un bloc de branche droit incomplet est une anomalie courante qui entraîne un pronostic normal chez des sujets par ailleurs normaux. Il se rencontre chez 1 à 3 % des pilotes professionnels. Aucune précaution spéciale n'est requise. S'il existe une déviation axiale droite importante, la possibilité d'une communication inter-atriale de type *septum secundum* devrait être envisagée. Voir l'Appendice 1B : 15. Un bloc de branche droit complet est présent chez 0,2 % des candidats pilotes. Il se caractérise par un complexe QRS > 120 ms, avec des ondes S importantes en DI, V5 et V6. Un schéma rSR apparaît en V1 et V2. Voir l'Appendice 1B : 16. Un bloc de branche droit complet établi semble n'entraîner aucun risque défavorable chez des hommes asymptomatiques et par ailleurs normaux en âge de piloter. Il se rencontre chez 1 % des pilotes professionnels. Même s'il est d'acquisition récente, le risque d'un événement cardiovasculaire sera probablement minime sauf si le bloc est le résultat d'un infarctus antéroseptal. Lorsque le problème se présente pour la première fois, les candidats devraient subir un examen cardiologique comportant :

- un ECG à l'effort (au moins trois étapes du protocole de Bruce) réussi avec satisfaction ;
- un enregistrement par Holter – ne démontrant aucun trouble important du rythme ou de la conduction ;
- une échocardiographie – ne démontrant aucune anomalie structurelle ou fonctionnelle significative du cœur ;
- un examen électrophysiologique, si indiqué, et/ou une angiographie coronaire, si nécessaire.

1.7.2 Le certificat médical devrait être limité aux opérations en équipage multiple si bloc acquis après 40 ans ; si acquis < 40 ans, aucune restriction n'est nécessaire.

1.7.3 Un examen cardiologique révisionnel satisfaisant à 12 mois permettra habituellement une certification médicale sans restrictions pour les sujets de plus de 40 ans.

Bloc de branche gauche

1.7.4 Un bloc de branche gauche incomplet est un diagnostic d'ECG posé lorsque les tracés répondent aux critères normalisés pour le bloc de branche gauche (onde q absente en DI, aVL, V5 et V6 ; r' absent en V1, avec ou sans modifications secondaires de l'onde T) mais que la durée du complexe QRS est < 120 ms. Voir Appendice 1B : 2. La distinction est arbitraire. S'il est installé depuis longtemps et que le cœur est normal sur les plans structurel et fonctionnel, ces caractéristiques semblent n'induire qu'un faible risque, voire aucun risque accru, et ces sujets ne doivent pas faire l'objet de restrictions.

1.7.5 Si un phénomène nouveau de ce type se présente, l'intégrité structurelle du cœur doit être évaluée au moyen d'une échocardiographie. Il faut envisager l'éventualité d'une coronaropathie et l'exclure au moyen d'une IPM au thallium sous stress pharmacologique ou d'une angiographie coronaire, car un ECG à l'effort sera probablement anormal en raison de l'anomalie secondaire de repolarisation.

1.7.6 Le bloc de branche gauche complet a acquis une réputation de danger, en partie en raison de son association avec une coronaropathie chez les sujets plus âgés, chez qui l'incidence peut atteindre 25 à 50 %. Dans l'ensemble de la population, son incidence est dix fois moindre que celle du bloc de branche droit. Les blocs de branche gauche nouvellement acquis observés dans une étude étaient associés à un ratio de risque d'arrêt cardiaque soudain de 10 : 1 (c.-à-d. 10 fois supérieur au risque attendu) au-delà de 45 ans, alors que le ratio était de 1,3 : 1 sous cet âge. Néanmoins, un bloc de branche gauche complet, stable, semble ne comporter qu'un faible risque supplémentaire d'événement cardiovasculaire dans un cœur par ailleurs normal et peut être compatible avec des opérations en équipage

multiple. L'Appendice 1B : 17 en présente un exemple et une description morphologique. Une angiographie coronaire ou une imagerie de perfusion myocardique (IPM) sous stress pharmacologique est nécessaire pour exclure la possibilité d'une coronaropathie.

1.7.7 Les candidats qui présentent pour la première fois un bloc de branche gauche pourront être pris en considération pour une attestation médicale de classe 1 assortie de restrictions (OML), à condition qu'ils satisfassent aux critères suivants :

- La fonction ventriculaire gauche est normale, p. ex. la fraction d'éjection est > 50 %, telle que mesurée par échocardiographie (méthode de Simpson), par ventriculographie isotopique à l'équilibre (MUGA) ou par ventriculographie de contraste.
- L'ECG à l'effort peut être obtenu jusqu'à l'étape IV du protocole de Bruce sur tapis roulant, sans indice d'ischémie myocardique, de trouble significatif du rythme cardiaque ni de symptômes.
- L'IPM au thallium sous stress pharmacologique, ou test équivalent, ne révèle aucun indice de défaut réversible. Un petit défaut fixe est admissible, à condition que la fraction d'éjection soit dans les limites de la normalité.
- L'angiographie coronaire, si elle est effectuée, révèle une sténose inférieure à 50 % dans l'un des vaisseaux principaux non traités ou dans toute greffe de veine/artère loin de tout infarctus ; inférieure à 30 % si l'artère interventriculaire antérieure proximale ou le tronc commun gauche sont concernés.
- Un enregistrement Holter, si indiqué, ne révèle aucun trouble significatif du rythme.
- Un suivi annuel est réalisé par un cardiologue agréé par le Service de délivrance des licences.

Blocs d'hémibranche

1.7.8 En l'absence de toute autre anomalie, les blocs (d'hémibranche) fasciculaires supéro-antérieur et inféro-postérieur gauches semblent n'induire que peu, voire pas, de risque supplémentaire d'événement cardiovasculaire chez les sujets en âge de piloter. La prévalence des blocs fasciculaires antérieurs passe de 0,5 % à 30 ans à 5 % à 60 ans ; chez certains, cet hémibloc reflète une coronaropathie ou une fibrose progressive des faisceaux de conduction (maladie de Lenègre³¹). Voir l'Appendice 1B : 14.

1.7.9 Lorsque cette pathologie se présente chez un candidat de plus de 40 ans qui sollicite une toute première licence, un examen cardiologique avec ECG à l'effort et échocardiographie est justifié. En cas de doute, la possibilité d'une coronaropathie doit être écartée au moyen d'une IPM au thallium sous stress pharmacologique ou test équivalent, en particulier dans le cas d'un hémibloc antérieur ou postérieur gauche acquis. L'apparition d'une modification de l'axe lors d'un examen révisionnel justifie un tel examen.

1.8 TROUBLES IONIQUES

1.8.1 Les troubles ioniques constituent un groupe rare de troubles héréditaires des canaux sodique et potassique qui régulent la dépolarisation cardiaque. Plus de 250 mutations associées à six gènes différents ont été identifiées. Elles

31 Maladie de Lenègre : bloc AV complet acquis à la suite de la dégénérescence primaire du système de conduction. Du nom de Jean Lenègre, cardiologue français (1904-1972).

sont transmises comme caractères autosomiques dominants à pénétrance et expression incomplètes. Elles sont associées à une tachycardie ventriculaire – torsades de pointes³² et arrêt cardiaque soudain – généralement dans les deux ou trois premières décennies de la vie.

1.8.2 Le syndrome de Brugada³³ est transmis comme gène dominant autosomique à pénétrance incomplète. Il semble lié au gène SCN5A qui code le canal sodique. Sa prévalence serait de cinq à 66 cas par 100 000 sujets mais il est plus fréquent en Extrême-Orient et au Japon, où la prévalence peut atteindre 146 cas par 100 000. Il se caractérise par une prépondérance mâle de huit à neuf pour un. L'anomalie de l'ECG est caractéristique du syndrome et tend à vaciller. Dans la forme de type 1, il y a sus-décalage du segment ST en forme de dôme, avec une amplitude d'onde J > 0,2 mV suivie d'une onde T inversée en V1 et V2 (le signe de Brugada). Des anomalies moins frappantes sont constatées dans les types 2 et 3. La tendance à imiter l'anomalie de bloc de branche droit et sa variabilité peut engendrer des difficultés d'interprétation.

1.8.3 L'intervalle QT peut être normal ou légèrement prolongé. Ce syndrome est rare parmi les pilotes. On note une prévalence de 0,08 % parmi 16 988 membres de la force aérienne française. Cette prévalence a augmenté de 0,05 % après test à l'ajmaline. Sur les 334 phénotypes Brugada d'une étude, les caractéristiques ont été reconnues chez 71 sujets après réanimation consécutive à un arrêt cardiaque, chez 73 sujets après une syncope et chez 190 autres individus asymptomatiques. Voir l'Appendice 1B : 24. Dans un rapport récent, chez 2 479 candidats pilotes finlandais, des modifications morphologiques de l'ECG similaires au schéma de Brugada mais n'amenant pas un diagnostic de syndrome de Brugada (par ex. types 2 et 3) ont eu une issue normale. Pedro Brugada s'est aussi inquiété de constater une surdéclaration de ce syndrome.

1.8.4 Le syndrome du QT long (SQTL) peut être congénital ou acquis. Il se caractérise par une anomalie de la dépolarisation myocardique pouvant être induite soit par les canaux sodiques, soit par les canaux potassiques. Sa forme congénitale était jadis appelée syndrome de Romano-Ward³⁴ ou, si associée à une surdité nerveuse, syndrome de Jervell et Lange-Nielsen³⁵. Huit génotypes différents et six phénotypes différents (LGT1 – 6) ont été identifiés. Tous induisent un risque accru de syncope, de tachycardie ventriculaire (torsades de pointes) et d'arrêt cardiaque soudain. Les ondes T sont bizarres et l'intervalle QT est souvent sensiblement prolongé (> 550 ms (normalement < 440 ms chez les hommes et < 460 ms chez les femmes)). Néanmoins, 30 % des porteurs de ce gène ont un intervalle QT normal.

1.8.5 Le résultat est lié à la longueur de l'intervalle QTc (formule de Bazett³⁶), au génotype et à la présence ou à l'absence d'arythmies ventriculaires complexes, y compris de torsades de pointes caractéristiques. L'allongement acquis de l'intervalle QT peut se produire en cas de perturbation de l'équilibre électrolytique (hypokaliémie, hypomagnésémie), de trouble du métabolisme (myxoédème) et d'administration de médicaments (notamment la quinidine, l'amiodarone, le sotalol, les phénothiazines et les tricycliques, l'érythromycine, la quinine, la chloroquine, la kétanserine, le cisapride, la terféridine, le tacrolimus et le probucol). L'hypokaliémie augmente le risque d'événements.

1.8.6 Un des problèmes soulevés par ces deux syndromes est leur chevauchement avec l'ECG normal. Cinquante pour cent des porteurs du QTL sont asymptomatiques, alors que jusqu'à 4 % peuvent connaître un arrêt cardiaque soudain. La mortalité est la plus élevée dans le phénotype LQT3 et la moins élevée dans le LQT1. Un QTc > 500 ms est fortement indicatif d'une issue défavorable et les sujets qui en sont atteints ne devraient pas obtenir la

32 Torsades de pointes : tachycardie ventriculaire rapide atypique avec allongement et diminution périodiques de l'amplitude des complexes QRS à l'ECG et rotation des complexes autour de l'axe isoélectrique.

33 Syndrome de Brugada : maladie génétique caractérisée par un bloc de branche droit, un sus-décalage du segment ST de V1 à V3 et un arrêt cardiaque soudain, qui est également une cause du Syndrome de la mort subite par arythmie (SMSA). Ce syndrome ou plutôt cette maladie est la cause la plus courante de mort subite chez les hommes jeunes sans pathologie cardiaque sous-jacente connue. Du nom des frères Pedro, Josep et Ramón Brugada, cardiologues espagnols, qui ont décrit cette maladie en 1992.

34 Du nom de C. Romano, médecin italien, et d'O.C. Ward, médecin irlandais (XX^e siècle).

35 Du nom d'Anton Jervell et Frederik Lange-Nielsen, cardiologues norvégiens (XX^e siècle).

36 Formule de Bazett : formule pour le calcul de l'intervalle QT corrigé, à savoir le QTc. $QTc = QT / \sqrt{\text{intervalle R-R en secondes}}$. Du nom de Henry Cuthbert Bazett, physiologiste anglo-américain (1885-1950).

certification d'aptitude. À l'avenir, la délivrance d'une première attestation d'aptitude médicale pourrait exiger un génotypage pour cette pathologie. Si la pathologie est confirmée, le candidat sera probablement déclaré inapte. Les phénotypes LQT1 et LQT2 chez les femmes et le phénotype LQT3 chez les hommes sont particulièrement défavorables.

1.8.7 En l'absence de génotypage, des candidats présentant le SQT1 ou le syndrome de Brugada seront susceptibles d'obtenir la certification médicale s'ils satisfont aux critères suivants :

- être asymptomatiques ;
- n'avoir aucun antécédent familial d'arrêt cardiaque soudain (ACS) ;
- avoir des anomalies d'ECG minimales ou des anomalies uniquement intermittentes ou consécutives à une provocation pharmacologique ;
- ne présenter aucun indice d'arythmie ventriculaire complexe sur des enregistrements Holter réguliers ;
- être limités aux opérations en équipage multiple.

1.9 STIMULATEUR CARDIAQUE

1.9.1 Les pathologies nécessitant l'implantation d'un stimulateur cardiaque sont rares chez les candidats en âge de piloter ; une pathologie coexistante ou une anomalie congénitale sont susceptibles d'être disqualifiantes. Les dispositifs anti-tachycardiques et les défibrillateurs implantables sont des motifs d'exclusion.

1.9.2 Le sujet devrait :

- n'avoir aucune autre cause d'exclusion, y compris une fibrillation atriale ou une arythmie ventriculaire non éliminée ;
- avoir des systèmes de conduction bipolaire ;
- avoir un électrocardiogramme et un enregistrement Holter normaux et un ECG à l'effort satisfaisant ;
- ne pas être dépendant d'un stimulateur cardiaque (quel qu'il soit) ;
- être limité à la classe 1 avec restriction OML/classe 2 ;
- subir un examen cardiologique régulier/un examen régulier du stimulateur cardiaque.

1.10 SOUFFLES CARDIAQUES ET VALVULOPATHIES CARDIAQUES

1.10.1 Les souffles cardiaques sont très courants, en particulier chez les sujets jeunes et minces. La plupart sont des souffles de l'écoulement bénins qui, par définition, sont brefs et protosystoliques. Bien qu'un souffle plus marqué puisse revêtir une importance plus grande, il peut demeurer non significatif et refléter une turbulence dans les voies de sortie ventriculaire gauche et/ou droite. Chez des sujets plus âgés, ce phénomène peut être indicatif d'un épaissement (sclérose) de la valve aortique. Les souffles holo-systoliques, télé-systoliques ou continus sont toujours anormaux.

1.10.2 Lorsqu'un souffle est constaté lors de l'examen initial pour la délivrance d'une attestation médicale, il convient de consulter un cardiologue. En général, une seule consultation, avec ou sans échocardiographie, suffira pour identifier les rares sujets chez qui un examen plus approfondi se justifie. Les autres pourront être rassurés. Un souffle précédemment non identifié, découvert dans les années subséquentes, devrait aussi faire l'objet d'un examen.

1.11 VALVULOPATHIE AORTIQUE

Bicuspidie valvulaire aortique

1.11.1 La bicuspidie valvulaire aortique est l'une des malformations cardiaques congénitales les plus courantes et elle touche au moins 1 % de la population. Un pourcentage important des sujets présentant cette anomalie évoluent plus tard vers une sténose et/ou une régurgitation aortiques. C'est pourquoi un examen au moins bisannuel (tous les deux ans) est requis. Cette bicuspidie peut être associée à une pathologie de la racine aortique qui, lorsqu'elle est présente, est à suivre de près et sera finalement disqualifiante en raison du risque de dissection et/ou de rupture. Enfin, elle peut aussi être accompagnée d'un canal artériel ou d'une coarctation aortique. Tout accroissement du diamètre de la racine aortique requiert un suivi échocardiographique continu ; si le diamètre dépasse 5,0 cm, le sujet ne peut plus être déclaré apte. Il existe un risque faible mais limité d'endocardite, ce qui souligne la nécessité d'une couverture antibiotique en cas de soins dentaires et d'intervention sur l'appareil urinaire, bien que cette nécessité ait été récemment contestée.

1.11.2 En tant que constatation isolée, après examen cardiologique, une bicuspidie peut être compatible avec une certification médicale d'aptitude au pilotage sans restrictions. Beaucoup de membres d'équipage de conduite développant une sténose aortique sont susceptibles d'avoir une bicuspidie, bien que la calcification d'une valve aortique tricuspide soit plus courante lorsque les individus avancent en âge. Des cardiopathies rhumatismales isolées sont rares dans les pays occidentaux. La régurgitation aortique, si elle est faible ou modérée, est bien tolérée pendant de nombreuses années, sauf si elle est associée à une pathologie de la racine aortique. Une faible régurgitation aortique non rhumatismale (arbitrairement < 1/6), non associée à une pathologie de la racine aortique ou à une autre pathologie potentiellement disqualifiante, peut être admissible pour une certification médicale d'aptitude au pilotage sans restrictions.

Sténose aortique

1.11.3 Un sujet présentant une légère sténose aortique (mesure Doppler de la vitesse maximale du jet aortique de 2,5 m/s) peut être déclaré apte sans restrictions mais une vitesse de 2,5 à 3,0 m/s entraînera une limitation aux opérations en équipage multiple, sous réserve d'un contrôle cardiologique annuel. Une vitesse > 3,0 m/s nécessite un contrôle cardiologique très rigoureux dans le contexte de la réglementation. Des indices de calcification valvulaire devraient entraîner une limitation de la licence au pilotage en équipage multiple. Les symptômes imputables à cette pathologie entraîneront l'exclusion. Toute augmentation de l'épaisseur de la paroi ventriculaire (> 1,1 cm) ou tout antécédent d'événement embolique cérébral sera également disqualifiant.

Régurgitation aortique

1.11.4 Il ne devrait pas y avoir d'accroissement significatif du diamètre du ventricule gauche en fin de systole (arbitrairement > 6,0 cm), ni d'accroissement du diamètre du ventricule gauche en fin de diastole (> 4,1 cm), tels que mesurés à l'échocardiographie. Il ne devrait pas y avoir d'arythmie significative et la performance à l'effort devrait être normale. Un diamètre de la racine aortique > 5,0 cm est disqualifiant. Une hausse significative des diamètres du ventricule gauche en fin de systole (> 4,4 cm) et/ou en fin de diastole (> 6,5 cm), avec ou sans preuve d'altération de la fonction systolique/diastolique, sera également disqualifiante. Un suivi cardiologique annuel avec échocardiographie est requis.

Valvulopathie mitrale

1.11.5 *La sténose/régurgitation mitrale rhumatismale*, sauf si elle est minime et que le sujet garde un rythme sinusal, interdit toute forme de certification médicale d'aptitude à piloter. La raison en est le risque excessif d'incapacité, secondaire au déclenchement imprévisible d'une fibrillation atriale, et le risque significatif d'embolie cérébrale. Dans la sténose mitrale, le déclenchement de la fibrillation atriale, si la fréquence est rapide, peut être associé à une hypotension ou à un œdème pulmonaire.

1.11.6 *La régurgitation mitrale non ischémique et non rhumatismale* chez les sujets en âge de piloter est généralement due au prolapsus de l'un des feuillets de la valve ou des deux. Lorsqu'elle est provoquée par la rupture du cordage tendineux ou par une lésion ischémique du muscle papillaire, le sujet se verra refuser toute certification médicale d'aptitude à piloter. Le prolapsus du feuillet mitral est une pathologie courante qui touche jusqu'à 5 % des hommes et 8 % des femmes, mais les définitions varient. Il a été associé à une tendance aux arythmies atriales et/ou ventriculaires et à une douleur atypique dans la poitrine. Il y a un très faible risque d'embolie cérébrale, d'arrêt cardiaque soudain et d'endocardite (tous < 0,02 % par an) et aussi de rupture du cordage tendineux. Un épaissement ou une redondance significative des feuillets valvulaires est associée à un risque embolique plus élevé et requiert une attention particulière.

1.11.7 Il faut prendre des précautions contre le risque d'endocardite dans le contexte de traitements dentaires ou d'interventions sur l'appareil urinaire, bien que cette nécessité ait été récemment contestée pour des sujets sans antécédents d'infections. Un clic méso-systolique isolé ne nécessite aucune précaution particulière autre qu'un contrôle cardiologique occasionnel. Une régurgitation mitrale dégénérative mineure chez un sujet ayant un souffle holo- ou télé-systolique, des dimensions normales du ventricule gauche à l'échocardiographie mais pas d'autre anomalie potentiellement disqualifiante, peut être compatible avec une certification sans restrictions, mais exige un suivi cardiologique strict avec prompt imposition de restrictions en cas de changement, quel qu'il soit, et surtout de modification des diamètres du cœur en fin de systole/diastole. Une régurgitation mitrale ischémique est rédhibitoire.

1.11.8 Dans la régurgitation mitrale non ischémique et non rhumatismale, un contrôle cardiologique annuel sera requis, avec échocardiographie et surveillance ambulatoire sur 24 heures. Un ECG à l'effort pourrait aussi être indiqué. Un diamètre du ventricule gauche en fin de systole > 4,1 cm et/ou un diamètre en fin de diastole > 6,0 cm devraient exclure toutes les classes de certification d'aptitude à piloter. La présence d'une fibrillation atriale dans ce contexte est aussi rédhibitoire.

Chirurgie valvulaire

1.11.9 Dans une analyse du résultat à long terme de l'insertion d'une prothèse valvulaire sur une période de 15 ans, la survie était meilleure ($P < 0,02$) avec une prothèse mécanique qu'avec une prothèse tissulaire ; les taux d'hémorragie étaient supérieurs avec des valves mécaniques en position aortique (mais pas mitrale) et les taux de remplacement étaient supérieurs avec les bioprothèses. Les taux d'hémorragie étaient d'environ 2,5 % par an pour les valves mécaniques et de 0,9 à 2 % pour les valves porcines en position aortique. En position mitrale, le taux d'hémorragie était similaire.

1.11.10 La survie à 15 ans est de l'ordre de 66 à 79 % après un remplacement de la valve aortique et de 79 à 81 % après un remplacement de la valve mitrale. Les facteurs de risque de résultat défavorable incluent l'âge avancé, une dysfonction du ventricule gauche, une classe fonctionnelle supérieure de la *New York Heart Association* (NYHA)³⁷, une

37 Classification fonctionnelle de la *New York Heart Association* (NYHA) : une façon simple de classer l'étendue de l'insuffisance cardiaque. Elle classe les patients dans une des quatre catégories suivantes, sur la base de l'étendue de la limitation de l'activité physique :

- I. Absence de symptômes et de limitation de l'activité physique ordinaire.
- II. Symptômes légers et légère limitation pendant l'activité ordinaire. Confortable au repos.
- III. Limitation marquée de l'activité en raison des symptômes, même pendant une activité moins exigeante qu'une activité ordinaire. Confortable uniquement au repos.
- IV. Limitations graves. Ressent des symptômes même au repos.

coronaropathie/chirurgie concomitante, l'hypertension, l'insuffisance rénale et une maladie pulmonaire. Les bioprothèses, y compris les homogreffes valvulaires en position aortique chez des patients de moins de 40 ans, ont un taux d'attrition structurelle de 60 % à dix ans et de 90 % à 15 ans.

1.11.11 Avec les valves mécaniques modernes, le risque thrombo-embolique chez les patients recevant des anticoagulants est similaire à celui des bioprothèses sans anticoagulants mais le risque hémorragique supplémentaire des premières doit être pris en considération. Les bioprothèses commencent à se détériorer au bout de cinq ans en position mitrale, et de huit ans en position aortique, détérioration qui se révèle plus rapide chez les sujets jeunes. Une étude ne révèle aucune différence importante de performance entre les valves porcines avec ou sans endoprothèse. La xénogreffe porcine de Carpentier-Edwards a un risque embolique d'environ 1 % par an qui, en l'absence d'antécédents d'embolie cérébrale, est géré normalement par la prise d'aspirine uniquement.

1.11.12 Une homogreffe valvulaire aortique non montée sur *stent* a les meilleures performances en termes de risque thrombo-embolique (en présupposant un rythme sinusal) mais sa survie peut être plus courte que celle de la valve porcine, en particulier chez les individus jeunes. S'agissant de la certification médicale de sujets en âge d'être du personnel navigant professionnel, il est probable qu'une valve mécanique sera recommandée en raison de sa performance à long terme, mais cela exclura la certification d'aptitude au pilotage. La plastie de la valve mitrale due au prolapsus de l'une des cuspides ou des deux a un taux de survie de 88 % à huit ans, selon une étude, avec une absence d'événements thrombo-emboliques dans 93 % des cas à six ans. La majorité des sujets ont conservé leur classement en catégorie I de la NYHA ainsi que leur rythme sinusal.

1.11.13 Une certification médicale peut être envisagée pour les sujets présentant le risque le moins élevé, qui ont subi un remplacement de la valve aortique avec pose d'une bioprothèse/plastie de la valve mitrale au moins six mois auparavant et qui :

- sont exempts de symptômes ;
- sont en rythme sinusal et ne requièrent aucun traitement à la warfarine ;
- n'ont aucune hypertrophie ventriculaire gauche significative à l'échocardiographie (> 1,3 cm, septum et paroi libre) ou aucune dilatation (> 6,0 cm en fin de diastole/4,1 cm en fin de systole), ni aucune dilatation de la racine aortique (> 4,5 cm) ;
- n'ont aucune anomalie des mouvements de la paroi à l'échocardiographie (hormis l'anomalie due au bloc de branche gauche) ;
- n'ont aucune coronaropathie significative (pas de greffe) ;
- n'ont aucun trouble significatif du rythme sur l'enregistrement Holter ;
- sont limités aux seules opérations en équipage multiple ;
- subissent un contrôle cardiologique annuel.

1.11.14 Dans le cas du remplacement de la valve aortique, une certification médicale ne peut être envisagée que pour les sujets ayant reçu une homogreffe prélevée sur un cadavre ou, éventuellement, une xénogreffe de type Carpentier-Edwards ou xénogreffe similaire. Après une réparation de la valve mitrale, elle ne peut être envisagée que pour les sujets qui sont en rythme sinusal. L'amputation de l'appendice auriculaire gauche peut être un avantage. En cas de remplacement de la valve mitrale, les sujets doivent être déclarés inaptes. Tous antécédents de thrombo-embolie seront disqualifiants. Des précautions sont requises pour la couverture antibiotique d'interventions dentaires ou sur l'appareil urinaire.

1.12 PÉRICARDITE, MYOCARDITE ET ENDOCARDITE

1.12.1 La péricardite est l'inflammation du sac fibreux dans lequel se situe le cœur ; elle a plusieurs causes pathologiques. La péricardite sèche bénigne aiguë est la plus susceptible de survenir chez des membres d'équipage de conduite. C'est aussi la plus susceptible d'aboutir à un rétablissement complet et, à terme, à une décision d'aptitude au pilotage sans restrictions. Les causes identifiables de la péricardite sont, entre autres :

- idiopathiques (péricardite sèche bénigne aiguë) ;
- virales : virus Coxsackie B, échovirus 8, virus d'Epstein-Barr, varicelle, oreillons ;
- bactériennes : *staphylocoques*, *pneumocoques*, *méningocoques*, *gonocoques* ;
- mycobactériennes : tuberculose ;
- des bactéries filamenteuses : actinomycoses, nocardia ;
- mycotiques : candidose, *histoplasma* ;
- protozoaires : *toxoplasma*, amibes dysentériques ;
- immunologiques : Dressler³⁸, polyarthrite rhumatoïde, lupus érythémateux disséminé, sclérodermie, polyartérite ;
- néoplasiques ;
- traumatiques ;
- métaboliques ;
- post-radiothérapie.

Péricardite sèche bénigne aiguë

1.12.2 La péricardite sèche aiguë est une pathologie auto-limitative. Elle est souvent liée à un trouble systémique ressemblant à la grippe, à un frottement et à un inconfort caractéristique au niveau du sternum, qui peut s'aggraver à l'inspiration. L'inclinaison vers l'avant soulage généralement les symptômes. La péricardite sèche est souvent confondue avec un syndrome coronarien. Il faut s'attendre à une guérison spontanée, avec un traitement de soutien tel que l'aspirine. L'identification d'un agent infectieux viral peut être possible ou non. Les modifications caractéristiques de l'ECG sont un large sus-décalage concave du segment ST, avec des modifications subséquentes diffuses en ST-T, qui peuvent être persistantes et évoquer la possibilité d'une implication myocardique, autrement dit d'une myopéricardite. Les voltages du QRS peuvent être réduits en cas d'accumulation significative de fluide péricardique. Une telle accumulation justifie un suivi subséquent jusqu'à obtention de la certitude que la fonction myocardique reste intacte.

1.12.3 Une certification assortie de restrictions ne sera permise qu'après trois à six mois et à condition que le sujet soit asymptomatique et qu'il ait une échocardiographie, un ECG ambulatoire sur 24h et un ECG à l'effort normaux. Un suivi pendant au moins deux ans est requis. Une angiographie coronaire ou une IPM au thallium sous stress peut être

38 Syndrome de Dressler : syndrome post-infarctus du myocarde. Du nom de William Dressler, médecin américano-polonais (1890-1969).

nécessaire pour lever tout doute généré par des examens non invasifs. Une rechute après une péricardite idiopathique n'est pas rare, en particulier au cours de la première année. La douleur provoquée par un tel épisode peut être incapacitante et sa récurrence est incompatible avec une déclaration d'aptitude. Les membres d'équipage de conduite concernés ne pourront être déclarés aptes après une péricardite attribuable à d'autres pathologies qu'en fonction de la cause, du niveau de guérison, de la stabilité clinique et de l'issue attendue à long terme.

1.12.4 La péricardite constrictive peut résulter de différentes infections ou être idiopathique. La fatigue, l'essoufflement et la rétention de fluides sont des caractéristiques cliniques tardives qui, lorsqu'elles sont manifestes, rendent le sujet inapte à exercer toute fonction aéronautique. Le renouvellement de la certification de navigants après une péricardectomie pourrait être possible sous réserve que deux conditions essentielles soient remplies : présenter une fonction ventriculaire normale et une stabilité électrique prouvée. Toutefois, les intéressés ont généralement un trouble restrictif du myocarde et seront vraisemblablement inaptes.

Myocardite

1.12.5 Une myocardite virale aiguë peut évoluer en cardiomyopathie dilatée. La myocardite virale est plus fréquente que ne le laisse supposer le nombre de diagnostics et peut être présente dans un cas sur 20 de virémie. Jusqu'à un tiers des patients chez qui une cardiomyopathie dilatée a été récemment diagnostiquée ont des antécédents de maladie fébrile compatibles avec une myocardite. En 1995, le groupe d'experts de l'OMS³⁹ chargé de la classification des cardiomyopathies a introduit le terme « cardiomyopathie inflammatoire » — DCMi. Le trait caractéristique de cette pathologie est un trouble systémique associé à des preuves de perturbation de la fonction ventriculaire ou d'insuffisance cardiaque et à une arythmie et/ou une perturbation de la conduction. Un arrêt cardiaque soudain peut aussi survenir. Une myalgie peut être associée à cette pathologie. La guérison est spontanée dans la plupart des cas, bien qu'une cardiomyopathie tardive puisse se développer. Une IRM pourrait être utile, contrairement à une biopsie myocardique.

1.12.6 Les virus ne sont pas les seuls agents responsables de myocardites. Un grand nombre d'agents pathogènes, d'anomalies métaboliques, de toxines et autres causes ont été décrits. La cause la plus courante est l'éthanol (alcool éthylique). Une intoxication alcoolique aiguë réduit la fonction myocardique et prédispose à des perturbations du rythme atrial et ventriculaire, la plus importante étant la fibrillation atriale. Parmi les autres agents toxiques, citons le monoxyde de carbone, les hydrocarbures halogénés, les piqûres ou morsures d'insectes et la cocaïne. Une cause de dommages myocardiques latents, tant aigus qu'à long terme, est l'administration d'anthracycline au cours de l'enfance pour le traitement d'un lymphome et d'autres pathologies néoplasiques. Une myocardite initiale peut être suivie, des années plus tard, par le développement insidieux d'une cardiomyopathie. Malheureusement, l'ECG au repos ne peut détecter les anomalies subtiles du fonctionnement dans ce groupe de patients, qui semblent avoir un myocarde potentiellement vulnérable. De même, l'échocardiogramme pourrait être incapable de détecter ces anomalies. Une IRM y sera plus sensible.

1.12.7 Après un épisode de myocardite, un examen complet devrait comprendre une échocardiographie, un ECG à l'effort et des surveillances ambulatoires répétées sur 24 heures pour rechercher des arythmies ventriculaires complexes, des troubles de la conduction et/ou une fibrillation atriale. L'échocardiogramme devrait être revenu à la normale (c.-à-d. ne révéler aucune preuve de limitation de la fonction ventriculaire gauche ou droite) et devrait être réalisé lors des consultations de suivi régulières. Il est probable qu'une IRM aura été réalisée et aura contribué à l'établissement du diagnostic. Celui-ci devrait reposer aussi sur une surveillance Holter répétée. Tout indice d'accroissement du diamètre interne du ventricule (gauche ou droit) et/ou de réduction de la fonction systolique (et/ou diastolique) est incompatible avec la certification.

39 OMS – Organisation Mondiale de la Santé.

Endocardite

1.12.8 L'endocardite est associée à un taux de mortalité général de 6 %, bien que la présence d'un organisme virulent et/ou d'une prothèse valvulaire puisse jusqu'à décupler ce taux. Les causes de mortalité sont, entre autres, une septicémie, une défaillance valvulaire entraînant une insuffisance cardiaque, et un anévrisme mycotique. La forme aiguë de cette pathologie exclut toute forme de certification d'aptitude au pilotage. Le traitement consiste en au moins six semaines d'antibiothérapie et la guérison complète peut prendre plusieurs semaines de plus, avec un risque de rechute pendant plusieurs mois. Une fois qu'un patient a souffert d'un épisode d'endocardite, un renouvellement de la certification dépendra de ce qu'il ait conservé une bonne fonction cardiaque résiduelle, telle qu'évaluée par des techniques normalisées non invasives. Le risque de ré-infection avec récurrence d'endocardite est accru. Ces patients ont besoin de précautions antibiotiques spéciales en cas d'intervention dentaire ou de chirurgie de l'appareil urinaire.

1.12.9 L'issue est favorable si les fonctions rénales et myocardiques sont normales après un épisode d'endocardite et s'il n'y a pas eu d'embolie systémique. L'atteinte de la valve mitrale ou de la valve aortique, si elle n'entraîne pas de régurgitation significative, peut laisser une végétation stérile qui peut constituer le nid d'une embolie cérébrale et d'une ré-infection. Plusieurs rapports font état d'un taux de survie réduit après que le patient a été déclaré guéri ; pour ces raisons, une certification médicale avec restrictions est la seule possibilité après rétablissement.

1.13 CARDIOMYOPATHIE

1.13.1 La cardiomyopathie est un trouble primaire du myocarde non associé à une coronaropathie, à une valvulopathie cardiaque, à l'hypertension (autant de facteurs de pathologies secondaires du myocarde) ou à une anomalie congénitale. Si le ventricule est dilaté avec une dysfonction principalement systolique (il peut aussi y avoir une dysfonction diastolique secondaire), le terme « dilatée » est ajouté. Si le cœur est anormalement hypertrophié, parfois de façon grossière et asymétrique, en l'absence de circonstance déclenchante, le terme « hypertrophique » est ajouté. Dans ce cas, la fonction systolique est normalement préservée, mais la fonction diastolique sera probablement entravée. Si le ventricule est raidi en raison d'une atteinte de sarcoïdose ou de l'infiltration, par exemple, de substances amyloïdes ou d'un glycosphingolipide (maladie de Fabry⁴⁰), le terme « cardiomyopathie restrictive » est plus approprié, bien que l'hypertrophie puisse autre être présente, tout comme la dysfonction systolique et diastolique.

Cardiomyopathie hypertrophique

1.13.2 La cardiomyopathie hypertrophique (CMH) a une prévalence d'environ un adulte sur 500. La plupart des adultes atteints en ont hérité par transmission autosomique dominante et environ 60 % ont une des plus de 100 mutations qui touchent 11 gènes codant les protéines contractiles. Cette pathologie se caractérise par la diversité de ses phénotypes et a un profil histologique assez spécifique, qui comprend une désorganisation des myocytes avec des formes bizarres. Un diamètre de paroi > 1,5 cm, par ailleurs inexplicable, souvent associé à une asymétrie caractéristique du septum interventriculaire, peut mener au diagnostic de cette pathologie, mais il existe beaucoup de variantes. Environ 25 % des cas souffrent d'occlusion de la valve aortique ou d'occlusion sous-valvulaire provoquée par l'hypertrophie du septum. On note une mortalité de 1 à 2 % par an, dont la moitié par arrêt cardiaque soudain et, généralement, arythmie ventriculaire. Un AVC est aussi une cause de mortalité chez ces individus.

1.13.3 Bien que souvent asymptomatique, le patient ayant une CMH établie peut souffrir d'essoufflement (50 %) ; un moindre pourcentage fera une syncope à un moment ou un autre. Cette pathologie est susceptible d'être présente chez

40 Maladie de Fabry : angiokératomes diffus. Maladie de stockage lysosomal liée au chromosome X et induisant une erreur du catabolisme des glycosphingolipides qui provoque une accumulation de céramides trihexosides dans les systèmes cardiovasculaire et rénal. Du nom de Johannes Fabry, dermatologue allemand (1860-1930).

les aviateurs ayant un ECG au repos anormal. Elle n'a pas de caractéristiques vraiment typiques et les modifications vont d'anomalies diffuses du segment ST-T via des ondes QS dans les dérivations inférieures ou supérieures en rapport avec l'activité septale (le schéma dit de pseudo-infarctus avec angle QRST discordant) jusqu'à une augmentation significative et large des potentiels, avec inversion profonde et symétrique de l'onde T. Voir l'Appendice 1B : 22. Elle peut aussi se traduire par un souffle d'éjection systolique soutenu, reflétant au moins une obstruction « physiologique » dans la voie de sortie ventriculaire gauche, couplée à un troisième ou à un quatrième bruit cardiaque. Une régurgitation mitrale peut être présente en raison de l'architecture déformée. L'association de mouvement systolique antérieur de la valve mitrale (MSA) à une hypertrophie septale (asymétrique) (HSA) et à une fermeture prématurée de la valve aortique à l'échocardiographie en mode M⁴¹ est plus ou moins pathognomonique de cette pathologie.

1.13.4 L'évolution naturelle de cette pathologie complique la certification médicale. Le résultat peut être déterminé génétiquement, mais la progression peut être très lente et la pathologie, bénigne. Des facteurs de risque d'arrêt cardiaque soudain sont notamment un événement cardiaque précédent, des antécédents familiaux d'arrêt cardiaque soudain, une tachycardie ventriculaire révélée par surveillance ambulatoire, une réponse anormale de la tension artérielle (une chute) lors de l'ECG à l'effort, un septum interventriculaire > 3 cm et un gradient sous-aortique > 30 mmHg. La moitié des arrêts cardiaques soudains se produisant chez de jeunes athlètes masculins > 35 ans sont dus à cette pathologie. La fibrillation atriale, surtout si elle est paroxystique et non contrôlée, peut s'avérer incapacitante et assombrit le pronostic.

1.13.5 La certification médicale de l'aptitude exige :

- que le sujet puisse réaliser au moins trois étapes du protocole du tapis roulant de Bruce sans présenter de symptômes, d'instabilité électrique ou de chute de la pression sanguine (chute pouvant prédire un arrêt cardiaque soudain (ACS)) ;
- qu'il n'y ait pas de tachycardie ventriculaire (définie comme au moins trois complexes ventriculaires consécutifs), soutenue ou non ;
- qu'il n'y ait pas d'antécédents familiaux d'ACS corrélé ;
- que le septum interventriculaire soit < 2,5 cm ;
- que l'aviateur soit limité aux opérations OML.

Des antécédents de fibrillation atriale, paroxystique ou soutenue, rendent inapte à l'exercice de fonctions aéronautiques.

1.13.6 Le maintien de la certification requiert l'absence des facteurs de risque susmentionnés et un suivi cardiologique à long terme avec échocardiographie annuelle pour déterminer la configuration et la performance ventriculaires (gauches), une surveillance Holter pour rechercher des arythmies graves, et un ECG à l'effort pour enregistrer une réponse appropriée de la pression artérielle (voir ci-dessus).

Le cœur d'athlète

1.13.7 L'entraînement en endurance (course, natation, cyclisme) est associé à une dilatation du ventricule gauche en fin de diastole avec un accroissement de la fraction d'éjection, tandis que l'entraînement en puissance (haltérophilie) est associé à une hypertrophie. Dans le premier cas, tant la masse musculaire que le diamètre en fin de diastole du ventricule gauche sont liés à la masse maigre. Hormis les antécédents de pratique sportive, l'ECG est utile. Tant les

41 Échocardiographie en mode M : enregistrement de l'amplitude et de la fréquence du mouvement (M) d'une structure en mouvement en temps réel par une mesure répétée de la distance du transducteur à la structure à un moment donné. Cela donne une image monodimensionnelle ; en anglais, l'expression « *icepick view of the heart* » est employée.

athlètes que les sujets présentant une CMH ont des potentiels accrus, mais ces derniers ont souvent une déviation axiale gauche et un angle QRST large. Parfois, ils présentent aussi des ondes QS dans les dérivations inférieures ou antéro-septales, tandis que le cœur d'athlète se caractérise souvent par une déviation axiale droite, avec seulement une modification mineure de la dépolarisation dans le segment ST-T. Voir l'Appendice 1B : 8. L'échocardiogramme de l'athlète révèle un diamètre atrial interne gauche normal (< 4,0 cm) ; chez les sujets présentant une CMH, ce diamètre est > 4,5 cm. De même, chez l'athlète et les sujets présentant une CMH, le septum interventriculaire est < 1,5 cm et > 1,5 cm et le diamètre du ventricule gauche en fin de diastole > 4,5 cm et < 4,5 cm, respectivement.

1.13.8 Une fois posé le diagnostic du cœur d'athlète et en l'absence de toute autre anomalie, une certification sans restrictions est à prévoir.

Cardiomyopathie restrictive

1.13.9 La cardiomyopathie restrictive est un trouble rare caractérisé par des dimensions normales ou quasi normales du cœur, parfois avec une fonction systolique normale, mais avec une altération de la fonction diastolique due à une raideur accrue du myocarde. Les causes comprennent des pathologies d'infiltration telles que l'amyloïdose et la sarcoïdose, des maladies de stockage telles que l'hémochromatose et l'hémochromatose, et une pathologie endomyocardique, y compris une fibrose, des syndromes d'éosinophilie, un syndrome carcinoïde et des séquelles de radiothérapie.

1.13.10 Pour la majorité des patients présentant une cardiomyopathie restrictive, toute forme de certification d'aptitude au pilotage sera exclue. L'amyloïdose du cœur est assortie d'un très mauvais pronostic en raison de la détérioration rapide de la fonction, compliquée par une arythmie. L'éosinophilie est tout aussi problématique.

1.13.11 Dans le cas d'une hémochromatose bien contrôlée par saignée chez un patient ayant une tolérance normale au glucose, une échocardiographie normale, un ECG normal à l'effort et un ECG ambulatoire normal, une certification d'aptitude avec restrictions peut être envisagée, sous réserve d'un contrôle régulier. Les sujets présentant des anémies les rendant tributaires de transfusions seront inaptes.

Cardiomyopathie dilatée

1.13.12 Les causes de la cardiomyopathie dilatée sont diverses, 40 à 60 % des cas étant familiaux et transmis, principalement par un gène dominant autosomique. Le pronostic s'est fortement amélioré depuis les années 1980 et la mortalité est maintenant d'environ 20 % à cinq ans. Trente pour cent des sujets meurent brusquement, beaucoup d'une tachyarythmie grave, ce résultat n'étant pas limité aux cas sévères. Dans une étude, près de 50 % des 673 sujets atteints de cardiomyopathie dilatée ont été qualifiés d'idiopathiques, tandis que 12 % ont été considérés comme atteints de myocardite et seulement 3 % des cas ont été imputés à l'alcool. Une étude antérieure avait toutefois laissé entendre que l'alcool était responsable de jusqu'à un tiers des cas. Les modifications électrocardiographiques sont non spécifiques, mais un bloc de branche gauche incomplet est courant. L'échocardiographie révèle une réduction globale du mouvement des parois avec dilatation des ventricules gauche et/ou droit. Une IRM constitue un examen supplémentaire utile. En cas de suspicion de coronaropathie, une IPM au thallium 201 sous stress pharmacologique ou un angiogramme coronaire peut être indiqué.

1.13.13 Un groupe requiert une attention particulière : celui des sujets ayant reçu un traitement aux anthracyclines, souvent durant l'enfance, pour enrayer une pathologie maligne. Il existe des indices d'une corrélation entre la dose et l'incidence d'anomalies myocardiques subséquentes ; dans une étude menée auprès de survivants de longue durée (médiane 8,9 ans) de cancer des os, âgés de 10 à 45 ans (moyenne d'âge 17,8 ans), l'incidence d'anomalies cardiaques augmentait avec la durée du suivi. Ces sujets ont souvent des anomalies seulement mineures à l'échocardiographie et l'IRM détecte mieux les anomalies myocardiques. Un suivi cardiologique tout au long de la vie, avec des échocardiographies et une surveillance Holter régulières, est indispensable.

1.13.14 Les causes de décès des patients atteints de cardiomyopathie dilatée se subdivisent de façon plus ou moins égale entre une défaillance de la fonction de pompe et un événement arythmique soudain. La présence d'arythmies ventriculaires graves est courante et revêt une valeur prédictive.

1.13.15 Au vu du pronostic généralement mauvais, le diagnostic de cardiomyopathie dilatée est incompatible avec toute forme de certification d'aptitude au pilotage. En cas de réduction globale légère de la fonction systolique du ventricule gauche (avec fraction d'éjection > 50 %), stable depuis au moins un an et non associée à des indices d'instabilité électrique, une certification d'aptitude avec restrictions pourrait être envisagée, sous réserve d'un suivi régulier par échocardiographie et surveillance Holter.

Sarcoïdose

1.13.16 La sarcoïdose pose des problèmes particuliers de certification car elle peut atteindre tous les organes, et occasionnellement le cœur. Cette maladie habituellement auto-limitative se rencontre chez de jeunes adultes, l'étendue de l'atteinte systémique étant en grande partie inconnue. Souvent, elle ne se traduit pas par une maladie systémique significative et sa détection peut être fortuite, par exemple via une lymphadénopathie hilare bilatérale lors d'une radiographie de routine du thorax. Parfois, elle engendre un érythème noueux, un malaise, une arthralgie, une iridocyclite, des symptômes respiratoires ou d'autres troubles constitutionnels. Cinq pour cent des sujets avec atteinte systémique présentent aussi des pathologies cardiaques. L'étiologie n'est pas connue, mais une sensibilité déterminée génétiquement au pollen de pin ou à un agent infectieux pourrait y contribuer.

1.13.17 L'atteinte du cœur est associée à un mauvais pronostic et à un risque significatif de mort soudaine ; la moitié des cas diagnostiqués meurent de cette maladie. Une atteinte cardiaque peut exister sans atteinte concomitante d'autres systèmes. La mort soudaine peut être due à une arythmie ventriculaire grave ou à une atteinte granulomateuse du système de conduction. La dilatation des ventricules due à une atteinte irrégulière du myocarde peut entraîner le développement d'une cardiomyopathie dilatée ou restrictive.

1.13.18 Il n'y a pas de caractéristiques spécifiques de la sarcoïdose à l'ECG, mais la surveillance Holter peut prédire des troubles du rythme et de la conduction. L'échocardiographie peut révéler une hypokinésie partielle ou généralisée, surtout si le myocarde basal est atteint, avec une dilatation ventriculaire et une réduction de la fraction d'éjection. Des dépôts de plus de 3 mm peuvent être détectés par des techniques non invasives. Une ventriculographie isotopique à l'équilibre (MUGA) et une IPM au thallium ne sont pas concluantes, mais l'imagerie par résonance magnétique (IRM) peut révéler des lésions localisées de forte intensité grâce à une amélioration des contrastes par injection d'une solution de gadolinium. Une activité sérique accrue de l'enzyme de conversion de l'angiotensine (ECA) n'a pas valeur diagnostique mais peut donner une indication quant à l'existence d'une maladie évolutive. Une biopsie d'un granulome confirmera, le cas échéant, une sarcoïdose systémique, mais la biopsie myocardique est souvent inutile en raison du caractère non homogène de la maladie.

1.13.19 Le diagnostic de sarcoïdose (à l'occasion parfois de la découverte fortuite d'une lymphadénopathie hilare bilatérale) contraint à déclarer le pilote inapte. Pour pouvoir délivrer une attestation de classe I avec restrictions, il faudrait établir que la maladie est non évolutive et prouver que le sujet satisfait aux critères suivants :

- absence d'extension de la lymphadénopathie hilare à l'examen de séries de radiographies thoraciques ;
- facteur de transfert gazeux stable ;
- absence d'indices de maladie évolutive ailleurs (y compris lors de la biopsie d'un granulome) ;
- ECG normal au repos et à l'effort (jusqu'à au moins neuf minutes du protocole de Bruce) ;

- absence de trouble important du rythme ou de la conduction sur l'enregistrement Holter ;
- échocardiogramme normal.

1.13.20 Une échocardiographie transœsophagienne et/ou une IRM seront requises en cas d'éventuelle anomalie myocardique.

1.13.21 Une certification avec restrictions peut être envisagée sous réserve d'un suivi cardiologique semestriel pendant au moins deux ans. Un examen révisé devrait comporter au minimum une échocardiographie et une surveillance Holter. Une certification sans restrictions ne pourra être envisagée qu'au moins deux ans après la détection initiale, sous réserve d'un suivi régulier. Toute preuve d'atteinte systémique (hormis l'érythème noueux) requiert une limitation permanente au pilotage en équipage multiple. La présence d'atteintes cardiaques entraîne automatiquement une inaptitude médicale pour tous les types de licence.

Cardiomyopathie ventriculaire droite

1.13.22 La cardiomyopathie ventriculaire droite (appelée auparavant dysplasie ventriculaire droite arythmogène (DVDA)) se caractérise par une dilatation du ventricule droit avec remplacement régional ou global du myocarde par des tissus fibro-adipeux. Elle peut aussi atteindre le ventricule gauche.

1.13.23 Elle peut être responsable de jusqu'à 25 % des arrêts cardiaques soudains (ACS) chez les jeunes adultes et est transmise par un gène dominant autosomique à pénétrance incomplète chez au moins 30 % des sujets affectés. Le tracé d'ECG caractéristique montre une prolongation du QRS avec inversion de l'onde T en V1-V3. Des ondes epsilon peuvent aussi être présentes⁴². Des arythmies ventriculaires monomorphes avec bloc de branche gauche et déviation axiale droite, y compris une tachycardie ventriculaire soutenue, se rencontrent souvent. Des modifications mineures de l'onde T dans les dérivations du ventricule droit peuvent être un signe précoce. Une tachycardie ventriculaire induite à l'effort et un ACS sont fréquents. Les antécédents familiaux ont une valeur prédictive incertaine, mais une détection précoce (avant l'âge de 20 ans) est probablement un facteur défavorable. La syncope est un événement défavorable, mais la dispersion du QT, la surveillance Holter, l'ECG à l'effort et une stimulation électrique programmée ne sont pas des indicateurs fiables de tachycardie ventriculaire.

1.13.24 Bien qu'une tachycardie ventriculaire issue du ventricule droit doive inciter à rechercher une dysplasie, des extrasystoles ventriculaires isolées issues du ventricule droit peuvent être bénignes chez de jeunes adultes. Toutefois, notre capacité à démêler les tachycardies ventriculaires « innocentes » (et, par conséquent, asymptomatiques) des tachycardies à issue potentiellement fatale n'est pas encore solide. C'est pourquoi une dilatation ventriculaire droite connexe exclut toutes formes de certification d'aptitude au pilotage.

1.14 CARDIOPATHIE CONGÉNITALE

1.14.1 L'amélioration du diagnostic et des techniques d'intervention dans la prise en charge des cardiopathies congénitales a mené à l'émergence de la spécialisation en « cardiopathies congénitales de l'adulte » (CCA). Un patient présentant une telle anomalie lorsqu'il atteint l'âge adulte s'attend naturellement à mener une vie aussi normale que possible, notamment à avoir un emploi et à poursuivre ses activités de loisirs, dont certaines requièrent un niveau

⁴² Les ondes epsilon se rencontrent sur les segments ST aux dérivations V1 et V2 sous la forme de petites « déflexions ». Elles s'observent le mieux aux dérivations de Fontaine (DI, DII, DIII en position parasternale). Elles ne permettent pas d'établir un diagnostic de DVDA et peuvent se rencontrer dans l'hypertrophie ventriculaire droite et la sarcoïdose. Elles représentent probablement les potentiels tardifs du ventricule droit.

déterminé de condition physique. Ces activités ne se limitent pas à l'aviation mais incluent des activités telles que la plongée, la conduite automobile professionnelle et la course automobile.

1.14.2 En général, les principes appliqués à d'autres problèmes cardiovasculaires sont tout aussi applicables aux CCA, l'exigence déterminante étant que le risque d'incapacité soudaine ou insidieuse ne dépasse pas celui qui correspond à l'âge de l'individu. À mesure que nous en apprenons plus sur l'issue à long terme de ces pathologies, nous devenons mieux à même d'émettre des recommandations qui soient à la fois sûres et justes en matière de certification, bien qu'un individu puisse ne pas rester en bonne condition physique pendant toute la durée normale d'une carrière. Actuellement, seuls les sujets qui ont une perspective normale ou quasi normale de vie sans incidents, avec ou sans chirurgie, peuvent être pris en considération. Nombre de formes de cardiopathies congénitales ne sont pas compatibles avec l'exercice de fonctions aéronautiques. Un examen cardiologique avec des tests et un suivi appropriés, généralement non invasifs, est obligatoire pour les sujets qui sont acceptés.

Communication inter-auriculaire

1.14.3 La communication inter-auriculaire est une des anomalies cardiaques congénitales les plus courantes. Elle représente un quart de toutes ces anomalies. Les trois quarts sont des malformations de type *ostium secundum*, un cinquième, des malformations de type *ostium primum*, et un vingtième, des malformations du *sinus venosus*.

1.14.4 L'espérance de vie pour toutes les malformations non corrigées du *secundum*, hormis les petites (ratio du flux systémique/pulmonaire < 1,5 : 1), n'est pas normale, avec un risque croissant d'arythmies atriales, notamment de flutter et de fibrillation à partir de la quarantaine, et l'apparition à terme d'une insuffisance cardiaque droite, à partir de soixante à soixante-dix ans. Une correction précoce (avant 24 ans) de la malformation entraîne une mortalité opératoire très faible et une espérance de vie normale, mais plus on tarde à intervenir, moins bon est le résultat, en raison de fibrillation atriale, de thrombo-embolies et de l'apparition d'une insuffisance cardiaque droite. Les techniques de fermeture par implantation percutanée d'un dispositif de type « ombelle » (Amplatz) ou d'une prothèse boutonnée de Sideris sont acceptées et peuvent encourager la fermeture de petites communications, bien que des données sur les résultats à long terme ne soient pas encore disponibles.

1.14.5 Des communications inter-auriculaires de type *ostium secundum* petites ou refermées tôt sont compatibles avec une déclaration d'aptitude sans restrictions, sous réserve de contrôles occasionnels. Des communications plus importantes ou celles qui sont compliquées par une arythmie atriale peuvent rendre les sujets inaptes à l'exercice de fonctions aéronautiques ou imposer une limitation OML.

1.14.6 Les communications inter-auriculaires de type *ostium primum* posent des problèmes supplémentaires parce que la valve mitrale et le système de conduction peuvent être affectés. Cette association assombrit nettement le tableau.

1.14.7 Les candidats présentant cette pathologie ne peuvent être pris en considération que pour une certification avec restrictions. Un contrôle régulier est exigé. La régurgitation mitrale doit être minime et il ne peut y avoir d'altération significative du rythme ou de la conduction. Dans le cas de communications inter-auriculaires de type *sinus venosus*, des arythmies importantes sont fréquentes, tant avant qu'après la correction. Ces arythmies doivent être exclues avant qu'une certification médicale puisse être envisagée. Une surveillance périodique par ECG ambulatoire tout au long de la vie est requise.

Communication inter-ventriculaire

1.14.8 Les cas de communication inter-ventriculaire isolée constituent environ un tiers des malformations cardiaques congénitales. De petites communications (ratio flux systémique/pulmonaire < 1,5 : 1) soit se ferment spontanément, soit restent stables tout au long de la vie. Ces communications n'induisent aucun risque accru d'incapacité

soudaine ou insidieuse mais bien un faible risque d'endocardite, de sorte que des mesures appropriées devraient être prises à titre prophylactique. Pour de tels candidats, une certification d'aptitude sans restrictions est possible. De même, les perspectives sont bonnes après une fermeture durant l'enfance (mortalité de 5 % à 25 ans), mais la fermeture de communications plus grandes ne semble pas restaurer une espérance de vie normale : taux de survie de 82 % à 30 ans, contre 97 % dans le groupe témoin de même âge. L'âge au moment de l'intervention chirurgicale et la présence d'une modification vasculaire au niveau des poumons sont des indicateurs de survie. Les candidats présentant de telles malformations devraient être soumis à un contrôle cardiologique complet.

Sténose pulmonaire

1.14.9 La sténose pulmonaire représente un dixième des cardiopathies congénitales. La sténose du cône artériel du ventricule droit et de la région supra-ventriculaire est beaucoup moins courante. La première peut se présenter sous la forme d'un anneau fibro-musculaire ou d'une hypertrophie concentrique dans un cœur par ailleurs normal, sans communication inter-ventriculaire. Une sténose valvulaire peut aussi être présente. La sténose supra-ventriculaire peut être associée à des sténoses multiples du tronc pulmonaire et de ses branches.

1.14.10 De faibles degrés de sténose de la valve pulmonaire (gradient maximal < 30 mm Hg à travers la valve, mesure Doppler de la vitesse du jet dans la valve tricuspide < 2,5 m/s) sont compatibles avec une attestation d'aptitude sans restrictions. Après intervention chirurgicale, le taux de survie est de 95 % à 25 ans (pas tout à fait normal) mais on peut faire preuve d'une certaine latitude avec les sujets présentant le meilleur niveau de risque, évalués par des moyens non invasifs et invasifs. Une sténose supra-ventriculaire devrait normalement exclure toutes formes de certification d'aptitude au pilotage.

Sténose aortique

1.14.11 La sténose aortique a été évoquée dans les pages précédentes. Les anomalies congénitales de la valve aortique ou de la voie de sortie aortique qui requièrent une intervention chirurgicale dans l'enfance s'accompagnent d'un pronostic assez mauvais, la mortalité à 25 ans étant de 17 %. Néanmoins, une petite étude n'a révélé aucun décès tardif dans la période de 16 ans suivant une résection d'une sténose sous-aortique discrète isolée. Cette pathologie est normalement incompatible avec une certification d'aptitude au pilotage.

Coarctation de l'aorte

1.14.12 La coarctation de l'aorte peut être diagnostiquée dans l'enfance ou ce diagnostic peut être posé plus tard. En termes de résultat, la différence est considérable. Environ un tiers des patients présentent aussi une bicuspidie. Il est important d'intervenir tôt. Le taux de survie à 20 ans des patients âgés d'au maximum 14 ans au moment de l'intervention était de 91 %, contre 84 % chez ceux qui ont été opérés plus tard. Le meilleur résultat a été obtenu chez les patients opérés avant l'âge de neuf ans. L'âge au moment de l'intervention influence le risque d'hypertension subséquente, également associé à un risque accru de mort soudaine, d'infarctus du myocarde, d'AVC ou de dissection aortique.

1.14.13 Une certification sans restrictions peut être envisagée pour les sujets normotensifs chez qui cette anomalie a été corrigée avant l'âge de 12 à 14 ans. Un suivi continu est requis pour surveiller la tension artérielle. Un suivi par échocardiographie devrait être mis en place en fonction de la présence ou de l'absence d'une bicuspidie. Une dilatation aortique ascendante est incompatible avec une certification d'aptitude médicale. Une hypertension traitée à la suite d'une résection tardive peut être compatible avec une certification assortie de restrictions.

Tétralogie de Fallot⁴³

1.14.14 La tétralogie de Fallot est classiquement la seule cardiopathie congénitale cyanogène qui permette d'atteindre l'âge adulte même sans intervention. Les survivants n'ont pas une espérance de vie normale et une fermeture tardive (> 12 ans) est associée à une perspective moins favorable qu'une fermeture précoce. Dans une étude, le taux de survie actuariel à 32 ans était de 86 % pour l'ensemble des participants, contre 96 % pour un groupe témoin de même âge et de même sexe ; pour les patients opérés avant l'âge de 12 ans, ce chiffre était de 92 %, ce qui n'est pas encore normal. Une fréquence accrue d'arythmies a été notée, tout comme une incidence plus élevée que prévu d'ACS tardifs. Les arythmies ne semblent pas prédire avec fiabilité un ACS. Dans une étude, la mortalité à 25 ans était de 5 %, soit supérieure aux prévisions.

1.14.15 Il est possible qu'une certification d'aptitude médicale sans restrictions puisse être envisagée pour les sujets jeunes (moins de 40 ans) ayant le meilleur niveau de risque, mais, vu notre incapacité actuelle à déterminer le risque subséquent, la tétralogie de Fallot est à long terme incompatible avec une certification sans restrictions. Une certification initiale sans restrictions devrait être limitée aux candidats opérés avant l'âge de 12 ans qui ne présentent aucun signe d'hypertrophie ventriculaire droite résiduelle, de régurgitation pulmonaire significative ou d'arythmies ventriculaires, sous réserve d'un contrôle cardiologique régulier.

Persistance du canal artériel

1.14.16 La persistance du canal artériel est généralement détectée tôt dans la vie et le canal est fermé par ligature chirurgicale. Dans une étude, la mortalité à 25 ans était inférieure à 1 %, sans décès tardifs.

1.14.17 Cette pathologie peut être associée à une bicuspidie, à une sténose sous-aortique, à une sténose pulmonaire ou à une pathologie de la racine aortique. En l'absence de telles complications, un candidat pourra être pris en considération pour une certification sans restrictions. En cas de complications, le cas doit être examiné et analysé de façon plus approfondie.

1.14.18 Nombre de cardiopathies congénitales sont maintenant compatibles avec une survie à long terme. Seuls les sujets ayant les résultats les plus favorables seront acceptables pour une certification médicale mais, à mesure que de nouvelles données deviendront disponibles, l'attitude à adopter en matière de certification devra être actualisée.

1.15 ARTÉRIOPATHIES

1.15.1 L'anévrisme aortique consiste en une dilatation de l'aorte et, dans un sixième des cas, il concerne plus d'un segment. Il est le plus souvent abdominal mais un quart des sujets présentant un anévrisme thoracique ont aussi un anévrisme de l'aorte ascendante.

1.15.2 Cette pathologie est quatre fois plus fréquente chez les hommes de plus de 55 ans que chez les femmes, la prévalence dans cette tranche d'âge étant de 3 %. L'âge, la dégénérescence athéromateuse de la paroi, l'hypertension et des facteurs familiaux contribuent à la pathogenèse de l'anévrisme de l'aorte abdominale. Les anévrismes < 4,0 cm de diamètre ont un risque de rupture dans les deux ans inférieur à 2 %, mais les anévrismes > 5,0 cm ont un risque de 22 %. Les taux de survie à un, cinq et dix ans après réparation chirurgicale dans une grande série étaient de 93 %, 63 % et 40 %, respectivement, dans un groupe dont l'âge moyen était supérieur à celui de la population en âge de piloter, l'attrition étant due à des complications vasculaires concomitantes. Dans une autre étude, la survie à cinq, dix et quinze ans était de 71 %,

43 Tétralogie de Fallot : communication inter-ventriculaire, sténose pulmonaire (qui protège la circulation pulmonaire), dextroposition de l'aorte et hypertrophie du ventricule droit. Doit son nom à Étienne-Louis Arthur Fallot, médecin français (1850-1911).

38 % et 16 %, respectivement, en l'absence de coronaropathie dans une population dont l'âge moyen était de 69,8 ans. Une coronaropathie concomitante réduisait encore le taux de survie. L'hypertension a une influence très négative sur le résultat, aussi bien avant qu'après le traitement.

1.15.3 L'incidence des anévrismes thoraciques augmente moins avec l'âge. L'atteinte des segments se fait dans l'ordre suivant : segment descendant, segment ascendant et arc aortique. L'anévrisme de l'aorte ascendante s'accompagne le plus souvent d'une médianécrose cystique avec prévalence croissante d'une dégénérescence athéromateuse distale. Les causes occasionnelles sont une artérite à cellules géantes et la syphilis. Chez les patients jeunes, les collagénopathies héréditaires seront plus importantes. Comme pour les anévrismes de l'aorte abdominale, un diamètre luminal > 5,0 cm est lié à un risque nettement accru de rupture. L'intervention chirurgicale entraîne une mortalité de 5 à 10 % et une importante morbidité.

Syndrome de Marfan⁴⁴

1.15.4 Le syndrome de Marfan se transmet en tant que gène dominant à expression variable. C'est l'une des pathologies marquées par une anomalie héréditaire de la matrice extra-cellulaire, dont le syndrome d'Ehlers-Danlos⁴⁵. C'est une forme mutante dans environ un sixième des cas. Sa prévalence dans la population peut atteindre un par 10 000.

1.15.5 Ce syndrome est parfois difficile à diagnostiquer avec certitude en raison de sa variabilité, bien que le gène responsable ait maintenant été identifié. Dans un rapport de la *Cleveland Clinic*, la prévalence est deux fois plus élevée chez les hommes que chez les femmes. Trois cinquièmes et deux cinquièmes, respectivement, avaient un souffle diastolique et/ou une cardiomégalie ; le suivi a été en moyenne de 99 mois. Trente et un des 81 patients sont morts à un âge moyen de 35 ans (entre 3 et 63 ans), dont 87 % d'une cause cardiovasculaire. Même après intervention chirurgicale, le taux de survie n'est pas bon : 75 % à cinq ans et 56 % à dix ans. Le taux de survie après intervention chirurgicale pour la médianécrose cystique de l'aorte non liée au syndrome de Marfan est tout aussi mauvais : 57 % à cinq ans. Un diamètre accru de l'aorte ascendante prédit le déclenchement d'une régurgitation aortique, mais est un indicateur moins fiable de dissection.

1.15.6 Les pilotes pour qui le diagnostic d'un anévrisme de l'aorte a été demandé nécessitent une évaluation par échocardiographie transthoracique, IRM ou angiographie par résonance magnétique (ARM) et, si indiqué, aortographie. Un diamètre luminal > 4,0 cm mais < 5,0 cm devrait amener l'évaluateur à imposer une limitation OML à l'attestation médicale de classe 1, tandis qu'un diamètre > 5,0 cm devrait être rédhibitoire. Un suivi régulier est obligatoire, avec contrôle minutieux de la tension artérielle.

1.15.7 Vu les perspectives relativement mauvaises après intervention chirurgicale pour les patients atteints d'un anévrisme aortique, seuls les sujets qui ont le plus bas niveau de risque et chez qui une coronaropathie a été exclue peuvent être pris en considération pour une certification médicale avec restrictions. Chez les candidats ayant une forme fruste⁴⁶ du syndrome de Marfan et chez qui les dimensions du cœur et des artères à l'échocardiographie restent dans les limites de la normalité, toute régurgitation valvulaire, qu'elle soit aortique ou mitrale, devrait être minime avant qu'une certification avec restrictions puisse être envisagée, sous réserve de contrôles subséquents pour une durée indéterminée.

44 Syndrome de Marfan : maladie congénitale du tissu conjonctif caractérisée par une longueur anormale des extrémités, surtout des doigts et des orteils, une subluxation du cristallin, des anomalies cardiovasculaires (en général la dilatation de l'aorte ascendante) et d'autres malformations. Du nom d'Antonin Bernard Jean Marfan, pédiatre français (1858-1942).

45 Syndrome d'Ehlers-Danlos : groupe d'affections génétiques du tissu conjonctif. Les principales manifestations sont l'hyper-élasticité de la peau et l'hypermobilité des articulations, la fragilité de la peau, une mauvaise cicatrisation des plaies, et des troubles orthopédiques et oculaires. Du nom d'Edvard Ehlers, dermatologue danois (1863-1937), et Henri A. Danlos, dermatologue français (1844-1912).

46 Forme fruste : forme partielle, arrêtée ou non manifeste de la maladie.

1.16 MALADIES VASCULAIRES PÉRIPHÉRIQUES

1.16.1 Une maladie vasculaire périphérique est un puissant indicateur de la présence d'une artériopathie généralisée, susceptible d'atteindre les circulations coronaire et cérébrale. La découverte d'absence de pouls dans les membres (inférieurs), avec ou sans symptômes évoquant une claudication intermittente, devrait toujours justifier un examen cardiovasculaire complet. Chez plus de deux tiers de 84 patients consécutifs ayant une maladie vasculaire périphérique sans symptômes cardiaques, suivis pendant 66 mois en moyenne, l'angiographie a révélé une coronaropathie significative et une réduction de la fraction d'éjection ventriculaire gauche moyenne à 44 %. Vingt-trois événements ont été dénombrés durant la période de suivi. Une IPM au thallium sous stress induit par dipyridamole a été un bon indicateur de résultat. En général, plus les sujets développant la pathologie sont jeunes, moins bonnes sont les perspectives. La présence d'une maladie vasculaire périphérique après chirurgie coronaire est associée à une mortalité nettement plus élevée. Vu le risque de co-morbidité d'un événement coronaire associé à la maladie vasculaire périphérique, tous les candidats de ce type devraient au moins être soumis à une IPM au thallium sous stress pharmacologique. En cas de détection d'anomalie, la certification médicale devrait être refusée, sauf si un angiogramme coronaire subséquent satisfait aux exigences standard pour les coronaropathies mineures (voir pages précédentes).

1.16.2 Une supervision pendant une durée indéterminée est requise et une attestation médicale de classe 1 doit être limitée aux opérations en équipage multiple.

1.17 THROMBOSE VEINEUSE

1.17.1 Plusieurs facteurs prédisposent à une thrombose veineuse profonde, avec risque subséquent d'embolie pulmonaire. Malgré l'attention portée par les médias au lien entre voyages en avion et thrombose veineuse profonde, cette pathologie est rare, voire très rare, chez des membres d'équipage par ailleurs sains. Le risque est accru chez les sujets atteints de syndromes thrombophiles (mutation du facteur V de Leiden, déficit en protéine S ou C ou en antithrombine). Un processus malin latent peut aussi y être associé. Après un épisode, la récurrence est fréquente : à un horizon de cinq ans, 20 % auront besoin d'un traitement à long terme à la warfarine. L'aspirine ne peut être utilisée comme substitut.

1.17.2 Une fois diagnostiquée, la thrombose veineuse profonde est normalement traitée avec de la warfarine pendant 3 à 6 mois, ce qui exclut la certification jusqu'à une semaine après l'arrêt de ce traitement médicamenteux.

Embolie pulmonaire

1.17.3 L'embolie pulmonaire est une complication majeure de la thrombose veineuse profonde et est actuellement souvent examinée par tomodensitométrie par scanner spiralé. Cette procédure a remplacé la scintigraphie pulmonaire ventilation-perfusion (V/Q).

1.17.4 L'angiographie pulmonaire peut être réalisée si la pression artérielle pulmonaire doit aussi être mesurée. Il est crucial d'établir le diagnostic avec certitude, vu le risque de récurrence, même si celui-ci est faible en l'absence de facteurs de risque. Le principal traitement consiste en l'administration de warfarine. Dans de nombreux États, ce médicament exclut toute forme d'attestation d'aptitude en raison du risque d'hémorragie venant s'ajouter à tout risque lié à la pathologie sous-jacente. De nouveaux inhibiteurs directs de la thrombine sont en cours d'essai. Ils n'exigent pas de suivi du temps de prothrombine et auraient un taux moins élevé de complications hémorragiques. Ils ne sont pas encore disponibles partout.

1.17.5 Après une embolie pulmonaire, il faut prouver que la pression artérielle pulmonaire est redevenue normale avant qu'une certification médicale puisse être envisagée. De bons résultats au Doppler peuvent permettre une évaluation non invasive de la vitesse de régurgitation de la valve tricuspide et, ainsi, une évaluation de la pression systolique maximale pulmonaire. Un cathétérisme cardiaque droit peut être requis.

1.17.6 Une période de six mois est généralement recommandée pour le traitement à la warfarine après une embolie pulmonaire et une certification médicale ne devrait pas être envisagée pendant cette période. La certification exigera une restriction OML. L'hypertension pulmonaire (pression systolique > 30 mm Hg – mesure Doppler de la vitesse du jet dans la valve tricuspide > 2,5 m/s), qu'elle soit primaire ou secondaire, devrait exclure toutes formes de certification d'aptitude au pilotage.

1.18 SYNCOPÉ

1.18.1 La syncope (du gr. « couper ») peut se définir comme une brève perte de connaissance, s'accompagnant souvent d'une chute. Elle découle d'un mécanisme d'hypoperfusion cérébrale globale dû à plusieurs causes. En général, la récupération est spontanée et complète, mais bien que la reprise de connaissance soit généralement rapide, le retour complet de la fonction intellectuelle peut être retardé. Selon la cause, la syncope peut être brutale, sans signe avant-coureur, ou elle peut être précédée d'un prodrome (présyncope) de durée variable, avec des symptômes tels que la nausée, la faiblesse, des vertiges et des troubles de la vision. Une amnésie rétrograde se produit chez certains individus, principalement âgés. La récupération, bien qu'assez subjective, peut être rapide (secondes/minutes), comme dans le cas de la syncope d'Adams-Stokes⁴⁷, ou parfois plus longue, comme dans le malaise vasovagal. Si la syncope est compliquée par une attaque épileptique anoxique, la récupération sera inévitablement retardée. Les aspects neurologiques de la syncope sont analysés au Chapitre 10 de la Partie III.

1.18.2 Diagnostic différentiel de la syncope due à une cause circulatoire :

- La syncope d'origine *neurocardiogénique* se caractérise par diverses circonstances végétatives, telles que la nausée/des vomissements et des troubles gastro-intestinaux. Elle est associée à une hypotension systémique et à une hypoperfusion cérébrale. Elle peut aussi être liée à une bradycardie ou à une tachycardie.
- L'hypotension *orthostatique* peut être provoquée par une perte de sang ou par l'altération de la régulation végétative à la suite de causes diverses. Elle se produit dans le cas d'une dysfonction ventriculaire gauche (ou droite) sévère. C'est un phénomène transitoire courant chez les sujets normotensifs lors du passage à la position debout.
- Une *cardiopathie structurelle*, notamment une sténose aortique (ou une sténose sous-aortique comme dans certaines formes de cardiomyopathie hypertrophique), si elle est sévère, peut générer une syncope. Plusieurs mécanismes interviennent.
- Les *arythmies cardiaques*, notamment les tachycardies supraventriculaires et ventriculaires et les troubles de la conduction sino-atriale ou atrioventriculaire, peuvent être compliquées par une syncope.
- Les *syndromes « du vol sous-clavier » (steal syndromes)*, caractérisés par une demande concurrentielle de perfusion cérébrale, se rencontrent rarement chez les pilotes.

1.18.3 Une diminution ou une perte de la conscience peut aussi être due à une hypoglycémie, à une hypoxie, à une hyperventilation, à des troubles de somatisation ou à l'épilepsie.

⁴⁷ Syncope d'Adams-Stokes : épisode de syncope dans le syndrome d'Adams-Stokes, caractérisé par une pause cardiaque due à un bloc atrio-ventriculaire complet transitoire, provoqué par la défaillance des pacemakers normaux et d'échappement. Du nom de Robert Adams, médecin irlandais (1791-1875) et de William Stokes, médecin irlandais (1804-1878).

Malaise vasovagal (neurocardiogénique)

1.18.4 Le malaise vasovagal (neurocardiogénique) ou simple syncope a été décrit il y a plus de 200 ans et est le mécanisme de ce que la littérature classique a appelé « la pâmoison ». C'est un phénomène courant : entre un et deux tiers de la population en connaîtrait une au moins une fois dans sa vie. Ces malaises sont sporadiques et souvent groupés, la population étant hétérogène. Ils surviennent souvent à l'adolescence et disparaissent pour réapparaître plus tard dans la vie, parfois en grappes. Ils sont responsables d'au moins 40 % des événements de syncope vus en consultation ambulatoire. Ils sont difficiles à gérer, en partie parce que les mécanismes déclencheurs, même après une analyse approfondie, sont mal compris.

1.18.5 La régulation de la circulation fait intervenir plusieurs réflexes interdépendants. Initialement, au changement de position, des barorécepteurs sont activés pour contrer l'effet de la gravité sur le pool sanguin veineux. L'axe rénine-angiotensine-aldostérone intervient aussi, les deux interagissant avec le système nerveux sympathique et influençant le métabolisme du sel et de l'eau. Une pression sanguine adéquate est nécessaire pour maintenir l'irrigation sanguine des organes vitaux, dont le cerveau, les reins et les intestins. Si elle descend sous un certain niveau, l'auto-régulation cérébrale ne se fait plus et le sujet perd connaissance. Si la chute de la pression sanguine est brutale, cette perte de connaissance est très rapide (se produit dans les cinq à dix secondes). Si la pression est rétablie rapidement (souvent par la chute du patient au sol), le retour à la conscience se produit mais, en fonction des circonstances ayant provoqué la syncope, une période minimale de quelque 30 minutes est requise pour une récupération effective. Cette durée peut être nettement plus longue si l'épisode syncopal se répète, si la circonstance qui l'a provoqué persiste, par ex. dans le cas de nausées ou de vomissements, ou si la période d'hypotension a été suffisamment longue pour que l'anoxie cérébrale induise une crise d'épilepsie. Des secousses musculaires pendant la période d'inconscience sont courantes et ne devraient pas être confondues avec une crise d'épilepsie.

1.18.6 Le maintien de la pression sanguine systémique requiert un volume de sang circulant suffisant, un tonus artériolaire périphérique suffisant dans les vaisseaux assumant une fonction « de résistance », une régulation des vaisseaux assurant une fonction « de capacitance » (qui contiennent 70 % du volume de sang circulant), et une régulation de l'état inotrope et chronotrope du cœur. Tous les patients qui font un malaise vasovagal souffrent d'une chute de la pression sanguine qui induit une altération de la conscience ; chez certains, il existe une profonde bradycardie, mais chez d'autres il s'agit plutôt d'une tachycardie. Ce paradoxe est lié à une perte de la régulation du tonus veineux (et du retour du sang circulant vers le cœur), à un tonus artériolaire insuffisant et à des mécanismes myocardiques ventriculaires.

1.18.7 Parmi les symptômes du malaise vasovagal, citons un syndrome prodromal de durée variable avec des étourdissements, une sensation de faiblesse, une sensation de besoin d'air ou d'hyperventilation, un détachement de son environnement, des palpitations, des troubles du champ visuel et des nausées, vertiges et, finalement, la syncope. La syncope « maligne » se caractérise par peu de signes avant-coureurs, voire aucun, et le sujet peut se blesser. Une autre définition de la forme maligne est liée à la période d'asystole pendant le test d'inclinaison. En fonction des circonstances, la récupération peut être prolongée par la récurrence d'épisodes d'hypotension suivis de récupérations partielles de la conscience. La récupération a invariablement lieu, mais les symptômes peuvent persister pendant des heures. Les patients concernés ont une espérance de vie normale, sauf si l'incident les met en danger.

1.18.8 Les facteurs déclenchant le malaise vasovagal sont divers, même si certains peuvent faire partie du syndrome. Spécifiquement, des nausées, des vomissements, une sensation de tumulte abdominal, de la diarrhée, une sensation de chaleur ou de froid et des sueurs sont des signes fréquents. D'autres facteurs peuvent être liés à la fatigue, à une perturbation émotionnelle ou à une angoisse, à un stress circadien, à une déshydratation, à une douleur ou à un stimulus visuel, tel que la vue d'une aiguille. Parfois, cause et effet se confondent. Un verre de vin sur un estomac vide peut, chez un sujet sensible, produire le même effet. Jusqu'à un tiers des membres d'équipage peuvent connaître une incapacité à un moment de leur carrière. Dans 60 % des cas, cet épisode d'incapacité est dû à une gastroentérite. La probabilité d'un tel événement chez un individu sensible est importante.

1.18.9 Il convient d'effectuer une analyse adéquate d'un soupçon de malaise vasovagal pour exclure d'autres causes et établir le diagnostic. Un ECG à l'effort et une surveillance ECG (Holter) sur 24 heures ainsi qu'une

échocardiographie devraient être pratiqués et les résultats devraient être dans des limites acceptables. Un électroencéphalogramme (EEG) et une IRM/tomodensitométrie du cerveau ne sont pas indiqués, sauf en cas de doute quant à la cause. Le test d'inclinaison, dans lequel le sujet est placé en décubitus dorsal puis incliné à 60 ou 70 degrés pendant 45 minutes, est la procédure privilégiée si les informations du test sur table d'inclinaison sont jugées nécessaires pour améliorer la décision d'aptitude. Chez les individus les plus gravement atteints, le test a une sensibilité de près de 100 % ; chez les autres, d'environ 70 % avec provocation à la trinitrine. Le taux de faux positifs est d'environ 13 %, passant à 20 % avec la trinitrine. La reproductibilité du test se situe entre 70 et 80 %, mais un test négatif ne peut être interprété comme une présomption de diagnostic incorrect ou d'amélioration de l'état.

1.18.10 Le traitement du malaise vasovagal est insatisfaisant, en partie à cause de sa manifestation sporadique, souvent séparée par de longs intervalles sans incidents. Un traitement médicamenteux, par ex. avec des agents bêta-bloquants, doit être pris en continu et les résultats sont décevants. Peu d'essais convaincants ont été effectués. La pose d'un stimulateur cardiaque est utile dans quelques rares cas. Les sujets présentant ce syndrome ont une espérance de vie normale, sauf si la syncope provoque un accident, tel que la chute sous un véhicule, ou se produit pendant la conduite d'un véhicule ou pendant le pilotage d'un aéronef léger monopilote. Ce fait a été enregistré par au moins un État contractant. L'intervention concerne les symptômes uniquement, puisqu'il n'y a aucune incidence sur le pronostic.

1.18.11 La certification médicale d'aptitude à l'exercice de fonctions dans l'environnement aéronautique est problématique pour des sujets atteints du syndrome vasovagal car ce syndrome est une cause potentielle d'incapacité soudaine, incomplète ou totale, alors qu'aucune pathologie physique sous-jacente ne sera démontrée. Même si un seul épisode syncopal, lorsque le diagnostic est établi avec certitude, ne doit pas exclure la certification, des antécédents de malaises répétés ou en grappes conduiront normalement à la perte de l'aptitude médicale, en raison de l'imprévisibilité des épisodes, de leur tendance à se produire en grappes, de leur symptomatologie variable et du risque d'incapacité d'une certaine durée. Toutefois certains individus connaissent de longues périodes sans malaises après avoir souffert de périodes de vulnérabilité manifeste à de tels épisodes. Ceci pourrait permettre éventuellement que certains récupèrent en définitive leur attestation médicale, normalement avec une limitation permanente aux vols en équipage multiple.

1.18.12 L'environnement aéronautique est un environnement marqué par la fatigue liée aux perturbations du sommeil, aux perturbations du rythme circadien et au temps passé à des températures et à des taux d'humidité élevés dans les lieux visités. Un risque significatif de gastroentérite peut en outre provoquer un épisode chez un individu vulnérable.

1.18.13 La syncope maligne et le malaise vasovagal récurrent devraient exclure de toutes classes de certification médicale. Après un seul épisode de syncope inexpliquée, un examen cardiologique complet est requis ; un examen neurologique est nécessaire uniquement si le diagnostic est ensuite peu clair. Une perte de connaissance due à une anomalie structurelle du cœur ou à une arythmie significative sera rédhibitoire. Lorsqu'une syncope vasovagale est diagnostiquée, une récurrence dans les 12 à 24 mois entraînera probablement une décision d'inaptitude à long terme. Toutefois, vu la tendance des épisodes à se produire en grappes, les sujets pourraient être à nouveau déclarés aptes après un intervalle significatif sans accès (arbitrairement deux ans), pendant lequel le pilote devra rester au sol.

1.18.14 Après un épisode unique, une certification avec restriction peut être envisagée après un intervalle, arbitrairement de trois à six mois, la certification sans restriction ne pouvant intervenir que cinq ans après l'accès, à condition qu'il n'y ait pas eu de récurrence. Les membres d'équipage chez qui le diagnostic a été établi doivent recevoir des conseils sur leur état et il faut qu'on leur explique quand les accès sont susceptibles de se produire et comment les gérer s'ils devaient survenir.

Remerciements : Des parties de ce chapitre ont été reproduites de l'ouvrage de David J. Rainford and David P. Gradwell (Eds), *Ernsting's Aviation Medicine*, 4^e édition (Arnold, 2006), avec la permission de l'éditeur.

RÉFÉRENCES

- Annexe 1 — *Licences du personnel*, (Normes et pratiques recommandées internationales), Organisation de l'aviation civile internationale. Montréal, Canada, 11^e édition, 2011.
- Autorités conjointes de l'aviation. *Joint Aviation Requirements FCL Part 3 Medical*. Hoopddorf : Autorités conjointes de l'aviation, 1998.
- Bennett, G., et al., (eds.), *The First United Kingdom Workshop in Aviation Cardiology*, 2-3 July 1982, Crawley, Sussex, Academic Press, 1984.
- The Second United Kingdom Workshop in Aviation Cardiology*, 7-9 May 1987, Leeds Castle, Academic Press, 1988.
- Cardiology Committee of the Royal College of Physicians of London. "Report of the Working Party of the Cardiology Committee of the Royal College of Physicians of London. Cardiovascular fitness of airline pilots," *British Heart Journal*, 1978, Vol. 40, pp. 335–50.
- "Cardiovascular problems associated with aviation safety : Eighth Bethesda Conference of the American College of Cardiology, April 25 and 26, 1975, Washington, D.C.," *American Journal of Cardiology*, 1975, Vol. 36, pp. 573–620.
- De Backer, G., et al., "European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. Third Joint Task Force of European and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice," *European Heart Journal*, 2003, Vol. 24, Issue 17, pp.1 601-10.
- European Atrial Fibrillation Consensus Conference. *What is known, what is currently accepted, and what needs to be proven in atrial fibrillation?* Bologne, Italie, 16 septembre 2001 ; travaux de la conférence.
- Gibbons, R.J., et al., "ACC/AHA guidelines for Exercise Testing. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing)," *Journal of the American College of Cardiology*, July 1997 ; Vol. 30, No. 1, pp. 260–311.
- "Guidelines on management (diagnosis and treatment) of syncope," The task force on Syncope, European Society of Cardiology, *European Heart Journal*, 2001, Vol. 22, Issue 15, pp. 1 256–1 306.
- Hachamovitch, R., et al., "Determinants of risk and its temporal variation in patients with normal stress myocardial perfusion scans : what is the warranty period of a normal scan?" *Journal of the American College of Cardiology*, April 2003, Vol. 41, No. 8, pp. 1 329–40.
- Heart Protection Study Collaborative Group, "MRC/BHF Heart Protection Study of cholesterol lowering with simvastatin in 20 536 high-risk individuals : a randomised placebo-controlled trial," *The Lancet*, 6 July 2002, Vol. 360, No. 9326, pp. 7–22.
- Hickman, J.R., et al., "Clinical aerospace cardiovascular and pulmonary medicine," In : R.L. DeHart, (Ed.), *Fundamentals of Aerospace Medicine*, 2nd ed., Baltimore : Williams & Wilkins, 1996 ; pp. 463–518.
- Hiss, R.G., and L.E. Lamb, "Electrocardiographic findings in 122 043 individuals," *Circulation*, June 1962, Vol. 25, pp. 947–61.
- Imamura, H., et al., "Influence of residual antegrade coronary blood flow on the long term prognosis of medically treated patients with myocardial infarction and single vessel disease," *Japanese Heart Journal*, January 1997, Vol. 38, No. 1, pp. 27–38.

- Joy, M., (Ed.). *The First European Workshop in Aviation Cardiology. European Heart Journal*, December 1992, Vol. 13, Supp. H.
- *The Second European Workshop in Aviation Cardiology. European Heart Journal Supplements*, 1999 ; Vol. 1, Supp. D), pp. D1–D131.
- Joy, M., “Vocational aspects of coronary artery disease,” In : Weatherall D.J., Ledingham J.G.G., Worrell D.A. (eds). *Oxford Textbook of Medicine*, 3rd ed. Oxford, Oxford University Press, 1996, pp. 2 356-62.
- Joy, M., and J-P Broustet, “Cardiovascular fitness to fly and drive : the interface between cardiology and statutory fitness requirements,” In D.G. Julian et al. (eds.) *Diseases of the Heart*, 2nd ed. London : Baillière-Tindall, 1996 ; pp. 1 517-33.
- Long-Term Intervention with Pravastatin Group in Ischaemic Disease (LIPID) Study Group. “Prevention of cardiovascular events and death with pravastatin in patients with coronary heart disease and a broad range of initial cholesterol levels,” *New England Journal of Medicine*, 5 November 1998, Vol. 339, pp. 1 349–57.
- Mitchell, S.J., and A.D. Evans, “Flight safety and medical incapacitation risk of airline pilots,” *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, March 2004, Vol. 75, No. 3, pp. 260-68.
- Morise, A.P., “Are the American College of Cardiology/American Heart Association guidelines for exercise testing for suspected coronary artery disease correct?” *Chest*, August 2000, Vol. 118, No. 2, pp. 535–41.
- O’Rourke, R.A., et al., “American College of Cardiology/American Heart Association expert consensus document on electron-beam computed tomography for the diagnosis and prognosis of coronary artery disease,” *Journal of the American College of Cardiology*, July 2000, Vol. 36, No. 1, pp. 326–40.
- Petersen, S., et al., *Coronary Heart Disease Statistics*. London : British Heart Foundation, 2003.
- Priori, S.G., et al., “Task Force on Sudden Cardiac Death : the European Society of Cardiology,” *European Heart Journal*, 2001, Vol. 22, pp. 1 374–450.
- Rayman, R.B., et al., In *Clinical Aviation Medicine*. 4th ed., Professional Publishing Group, Ltd., New York, 2006.
- Serruys, P.W., et al. “Comparison of coronary-artery bypass surgery and stenting for the treatment of multi-vessel disease,” *New England Journal of Medicine*, 12 April 2001 ; Vol. 344, No. 15, pp. 1 117–24.
- Sever, P.S., et al., “Prevention of coronary and stroke events with atorvastatin in hypertensive patients who have average or lower-than-average cholesterol concentrations, in the Anglo Scandinavian Cardiac Outcomes Trial – Lipid Lowering Arm (ASCOT-LLA) : a multi-centre randomized controlled trial,” *The Lancet*, 5 April 2003, Vol. 361, No. 9364, pp. 1 149–58.
- “Standards of physical fitness of aircrew : First Bethesda Conference of the American College of Cardiology,” *American Journal of Cardiology*, October 1966, Vol. 18, No. 4, pp. 630–40.
- Third Joint Task Force of European and other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice, “European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice,” *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, December 2003, Vol. 10 Supp. 1, pp. S2-S63.
- — — — —

Appendice 1A

ÉLÉMENTS D'ÉLECTROCARDIOGRAPHIE

L'électrocardiographie au repos fait partie de l'examen clinique en vue de l'évaluation médicale. Sa fréquence est dictée par l'âge et par la classe d'attestation médicale sollicitée. Les exigences sont spécifiées dans les sous-paragraphes 6.3.2.6, 6.4.2.6 et 6.5.2.6 de l'OACI pour les pilotes de l'aviation commerciale, les pilotes privés et les contrôleurs de la circulation aérienne, respectivement.

La technique pour l'enregistrement de l'électrocardiogramme au repos à 12 dérivations est exposée au paragraphe 1.2.4. L'amplification standard donne une déflexion de 1mV/cm et la vitesse standard de défilement du papier est de 25 mm/s. Des vitesses de défilement supérieures sont parfois employées pour un examen plus détaillé du complexe PQRST et des amplifications différentes peuvent être utilisées lorsque des potentiels inférieurs (ou supérieurs) sont rencontrés. Comme la grande majorité des électrocardiographes se branchent maintenant sur courant alternatif, l'enregistrement de la constante de temps de déclin est rarement requis.

Si le dispositif a une conversion A/N⁴⁸ non optimale ou si le filtrage et/ou le calibrage sont inappropriés, les enregistrements peuvent présenter des artefacts. Ces artefacts concernent souvent l'important segment ST et l'onde T. La présentation standard d'un électrocardiogramme au repos se fait sur une feuille A4 de papier millimétré ; les lignes claires dans les deux axes ont un écartement de 1 mm. Sur l'axe des X, cet écart représente 40 ms à la vitesse standard de déroulement de 25 mm/s. Les lignes en gras sont distantes de 5 mm et représentent 200 ms sur l'axe des X à la vitesse standard de déroulement. Sur l'axe des Y, le dispositif est étalonné pour enregistrer une déflexion de 10 mm pour 1mV (voir ci-dessus).

Systemes de dérivation

Les dérivations sont divisées en dérivations périphériques — D1, D2 et D3 (aussi appelées dérivations I, II et III) ; dérivations à amplitude augmentée — aVR, aVL, aVF ; et dérivations précordiales. Les six premières dérivations sont appelées dérivations hexaxiales et sont utilisées pour définir les angles PQRS et angles d'onde T dans le plan frontal — « l'axe moyen du complexe QRS dans le plan frontal ».

DÉFINITIONS DE BASE ET LIMITES

Fréquence cardiaque (sans définition du rythme)

60 à 100 bpm⁴⁹ — limites normales

50 à 60 bpm — bradycardie

< 50 bpm — bradycardie sévère

> 100 bpm — tachycardie

48 Conversion A/N : conversion de signaux analogiques en signaux numériques pour la transmission et le stockage/traitement informatisé subséquent.

49 bpm : battements par minute.

L'intervalle PR : 120 à 210 ms

Des intervalles PR longs (jusqu'à 280 ms) ne sont pas rares ; si les complexes QRS sont de durée normale, de tels intervalles sont probablement sans importance. Il faut s'attendre à un raccourcissement à l'effort jusqu'à la durée normale sans réduction de la conduction AV. Des intervalles PR plus courts (< 120 ms) doivent être analysés pour détecter la présence ou l'absence de dépolarisation précoce – pré-excitation. En l'absence de dépolarisation précoce, ils reflètent sans doute une variante normale, sauf s'ils sont particulièrement courts (< 100 ms) ou s'il existe des antécédents de tachycardie jonctionnelle par réentrée atrio-ventriculaire (syndrome de Lown-Ganong-Levine) ou de tachycardie réciproque (par réentrée) atrio-ventriculaire (syndrome de Wolff-Parkinson-White).

Durée du QRS : 70 à 90 ms

La largeur du QRS peut être augmentée de façon non spécifique (> 100 ms), mais elle ne l'est en valeur absolue qu'à partir de 120 ms, souvent par la présence d'un bloc de branche gauche ou droit et parfois par une hypertrophie ou une dilatation ventriculaire.

Le QTc : 340 à 440 ms — jusqu'à 460 ms chez la femme

L'intervalle QT et le QTc. Le QTc est utilisé pour corriger l'intervalle QT en fonction de la fréquence cardiaque. Il est calculé sur la base de la formule de Bazett (voir note de bas de page 36). Comme l'onde T peut fusionner avec l'onde U, il peut être difficile, voire impossible, de donner une description précise de l'intervalle QT, et de telles mesures doivent être traitées avec prudence.

Le segment ST est fusionné avec l'onde T et est mesuré à partir du point J, où il débute à partir de la déflexion de retour de l'onde S. Le sous-décalage du segment ST, en particulier à l'effort, peut être imputable à une ischémie myocardique. Toutefois, le temps de marche au cours du test à l'effort et le profil d'évolution du décalage du segment ST à l'effort et de la récupération sont plus importants que la mesure chiffrée du décalage du segment ST.

Les ondes T vont dans la même direction que la déflexion dominante du complexe QRS dans les dérivations hexaxiales (c.-à-d. normalement dans les 30° par rapport à l'axe moyen des QRS dans le plan frontal). Elles devraient être asymétriques, avec un mouvement ascendant lent et un mouvement descendant relativement plus marqué. Elles sont normalement verticales dans les dérivations hexaxiales et les dérivations précordiales gauches. Elles peuvent être inversées en V1, en tant que variante normale, et parfois, en V2. La perte d'amplitude est une observation non spécifique. L'inversion est potentiellement importante mais peut être une variante normale chez les individus jeunes, chez qui une « normalisation » à l'effort est la règle.

Ondes U

Les ondes U suivent l'onde T, sont généralement de plus faible amplitude et devraient toujours aller dans la même direction que l'onde T. Une inversion de l'onde U est généralement anormale et peut représenter une surcharge systolique dans le ventricule gauche ou une ischémie myocardique.

Ondes epsilon

Les ondes epsilon se rencontrent sur les segments ST aux dérivations V1 et V2 sous la forme de petites « déflexions ». Elles s'observent le mieux aux dérivations de Fontaine (DI, DII, DIII en position parasternale). Elles ne permettent pas d'établir un diagnostic de DVDA et peuvent se rencontrer dans l'hypertrophie ventriculaire droite et dans la sarcoïdose. Elles représentent probablement les potentiels tardifs du ventricule droit.

Ondes delta

Les ondes delta apparaissent au début du complexe QRS dans le profil WPW. Il y a pré-excitation du ventricule, ce qui a pour effet de raccourcir l'intervalle PR tandis que l'intervalle QT reste normal. Les ondes delta peuvent être positives ou négatives, leur polarité dépendant de la dérivation et du vecteur delta qui reflète la position du faisceau accessoire.

Ondes d'Osborn

Les ondes d'Osborn s'observent à la jonction de l'onde S et du segment ST. Elles correspondent à des phénomènes de repolarisation précoce chez de jeunes adultes sains (généralement de sexe masculin) mais s'observent aussi, entre autres, dans des cas d'hypothermie et d'hémorragie méningée.

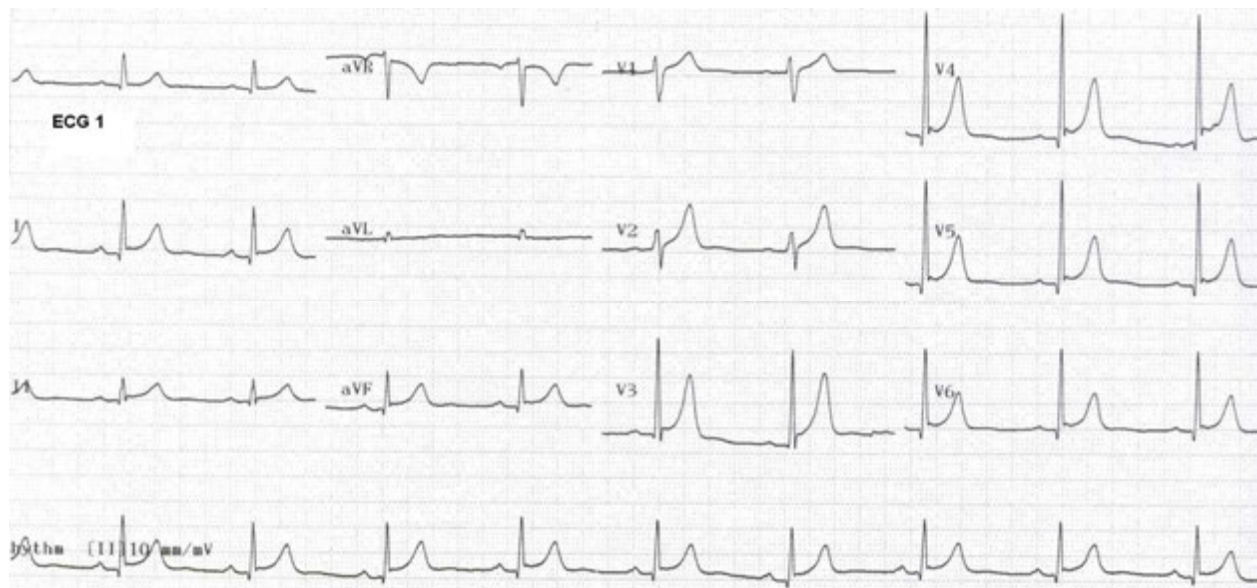
L'axe moyen des complexes QRS dans le plan frontal

L'axe des QRS se situe normalement entre 0° et $+90^\circ$. On parle de déviation axiale droite lorsque l'axe est $> 90^\circ$. On parle de déviation axiale vers la gauche entre 0° et -30° et de déviation axiale gauche lorsque l'axe est $> -30^\circ$.

Appendice 1B

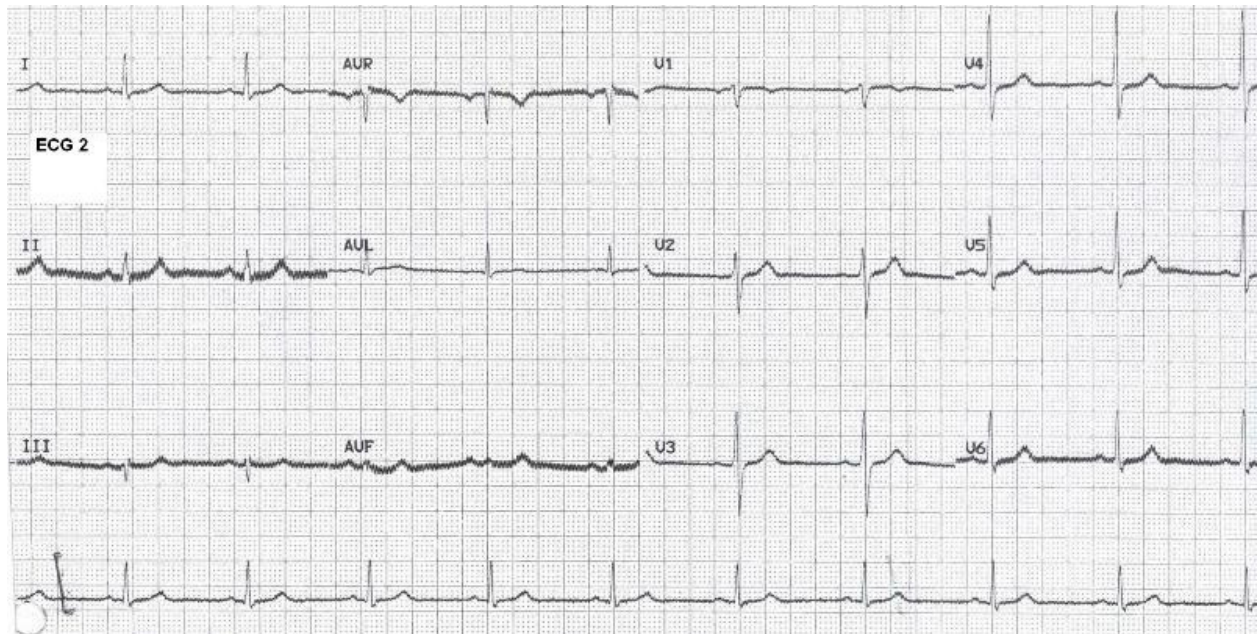
EXEMPLES D'ÉLECTROCARDIOGRAMMES AU REPOS

Les cas suivants comprennent un échantillon représentatif, mais nullement complet, des tracés électrocardiographiques les plus courants. Ils sont livrés à titre d'exemples uniquement.



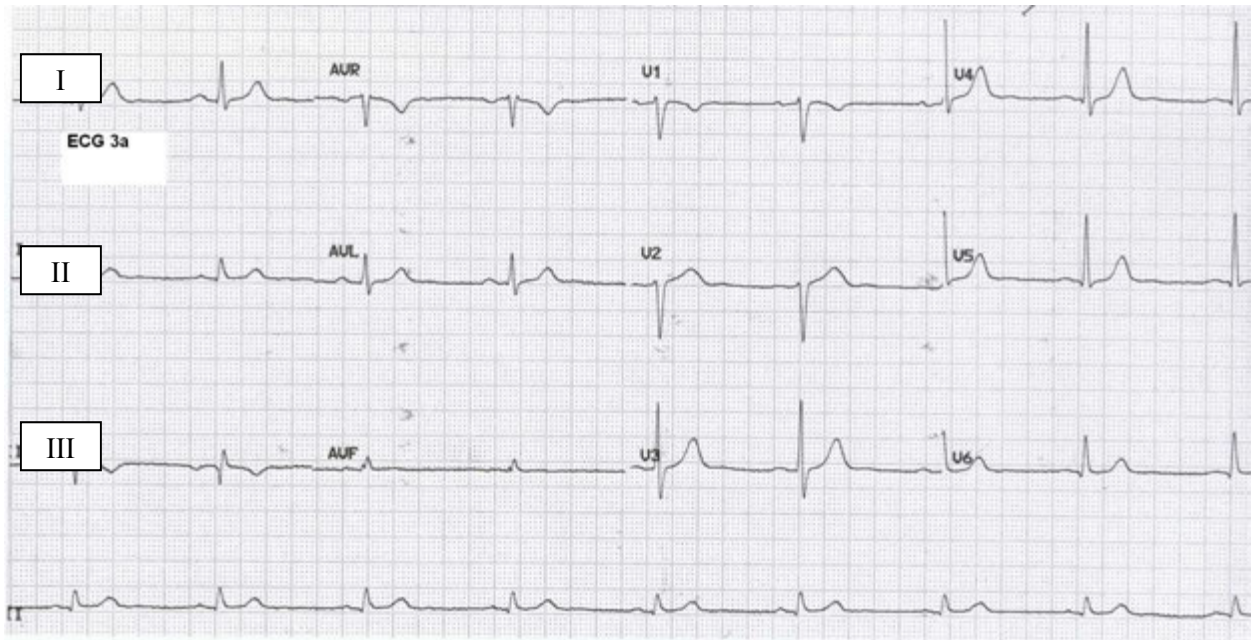
1. Pilote de 28 ans, candidat à une attestation médicale de classe 1. L'axe moyen des QRS dans le plan frontal est $+60^\circ$. On note une bradycardie sinusale. Ce pilote est très mince et les grandes différences de potentiel dans les dérivations thoraciques sont normales chez un individu mince — les potentiels dans le plan horizontal obéissent au principe des carrés inversés. Des ondes d'Osborn⁵⁰ au point marquant le début du segment ST sont présentes en V4, V5 et V6. Il s'agit du phénomène dit de « repolarisation précoce » et c'est une variante normale dans ce cas.

⁵⁰ Ondes d'Osborn : déflexions positives se produisant à la jonction entre le complexe QRS et le segment ST ; aussi appelées ondes J. Du nom de J.J. Osborn, physiologiste américain (XX^e siècle).

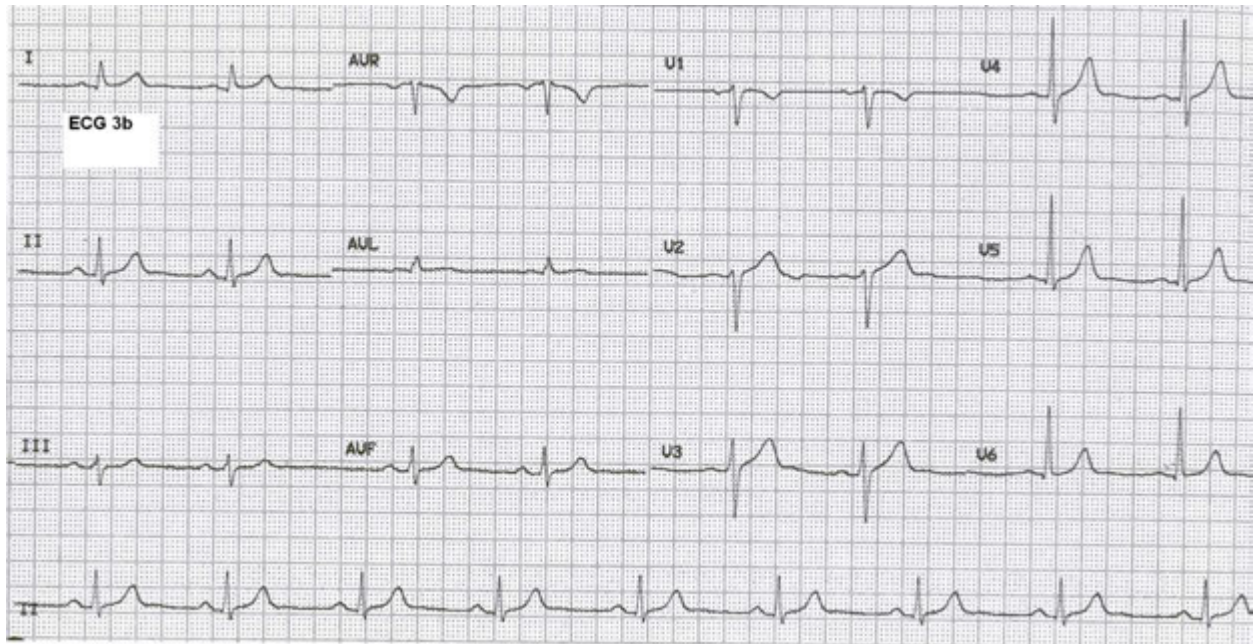


2. Contrôleur de la circulation aérienne de 48 ans ayant une fréquence cardiaque de 72 bpm ; l'enregistrement est normal. L'importante interférence du courant alternatif dans les dérivations hexaxiales souligne la difficulté de réaliser des mesures précises à partir d'enregistrements de mauvaise qualité. Dès lors, une bonne technique est cruciale.

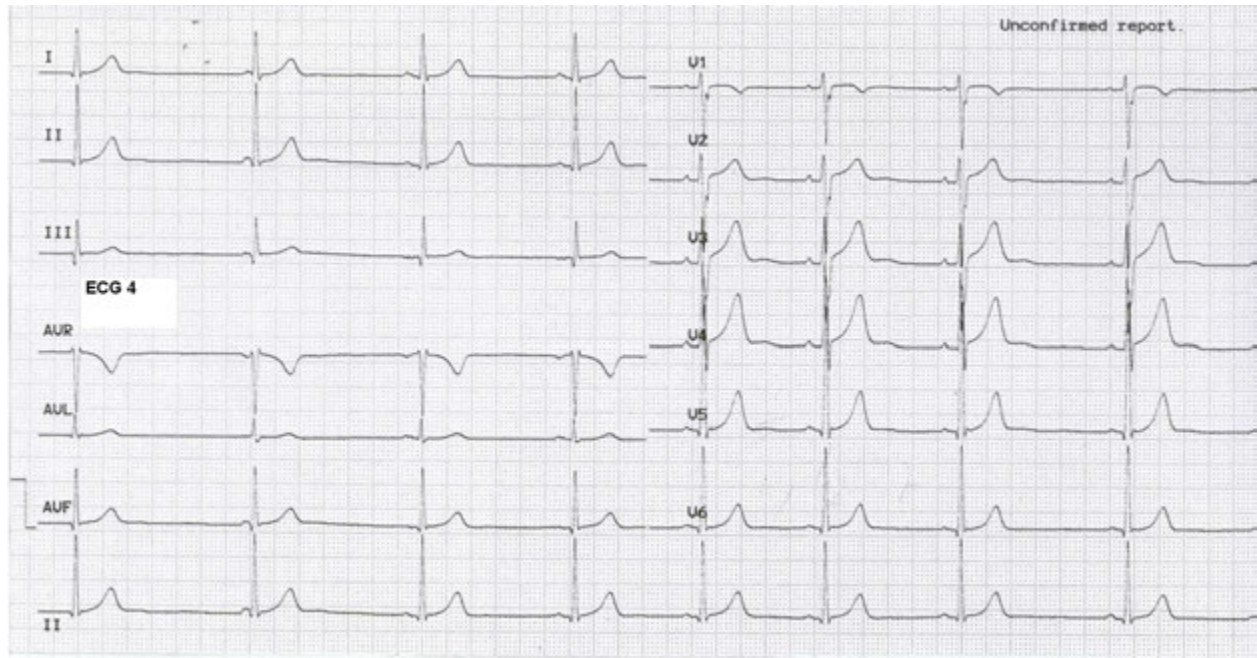
Il n'y a pas d'ondes q septales en DI, aVL et V6 ; un bloc de branche incomplet peut être présent. En tant qu'observation isolée chez un sujet par ailleurs normal, ce fait est probablement sans gravité. On le rencontre aussi, entre autres, dans le cadre d'une cardiomyopathie dilatée. Un ECG à l'effort, même chez un sujet par ailleurs normal, peut révéler une anomalie de repolarisation qui justifiera un examen plus approfondi avec échocardiographie/IPM au thallium en cas de doute.



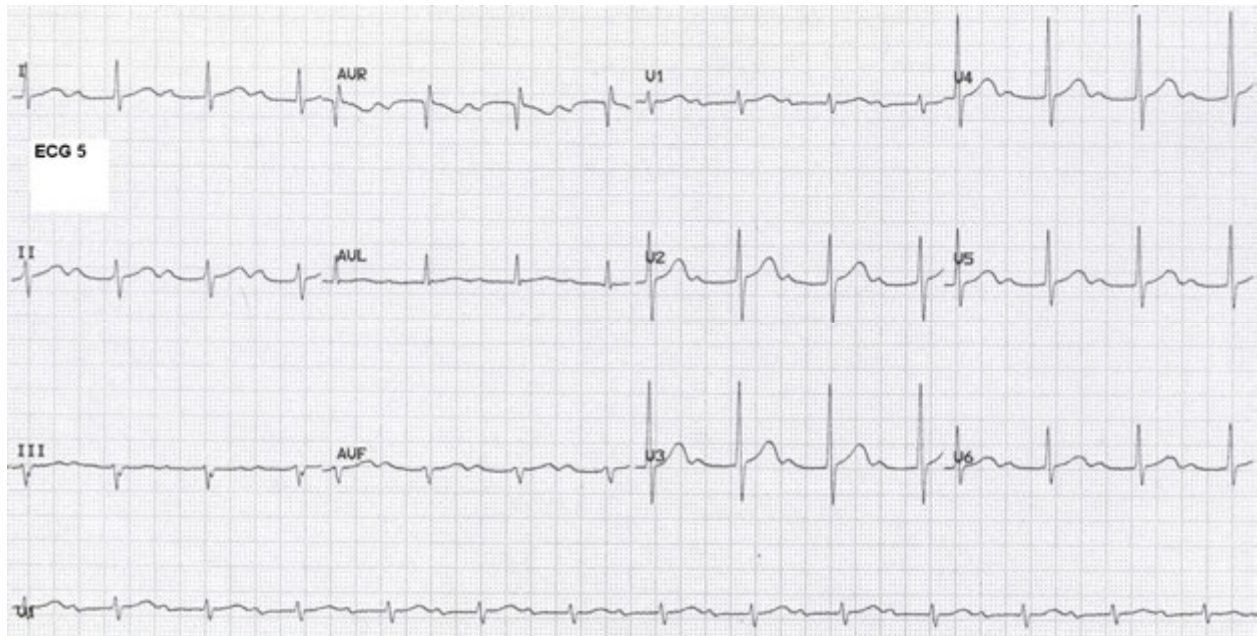
- 3a. Pilote privé de 44 ans ayant une fréquence cardiaque de 52 bpm. Superficiellement, l'enregistrement ressemble à un infarctus du myocarde inférieur, avec une onde Q en DIII et une inversion de l'onde T (bien que l'onde T présente une inversion asymétrique). Ce tracé résulte d'une permutation des dérivations bras gauche/jambe gauche.



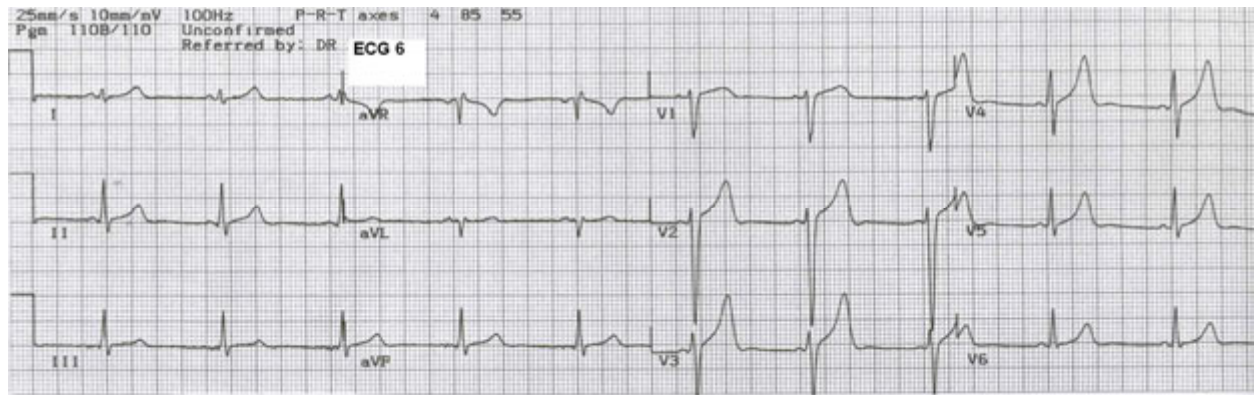
- 3b. Ici, les dérivations sont dans la position correcte et l'enregistrement est normal. Une bonne technique est donc indispensable.



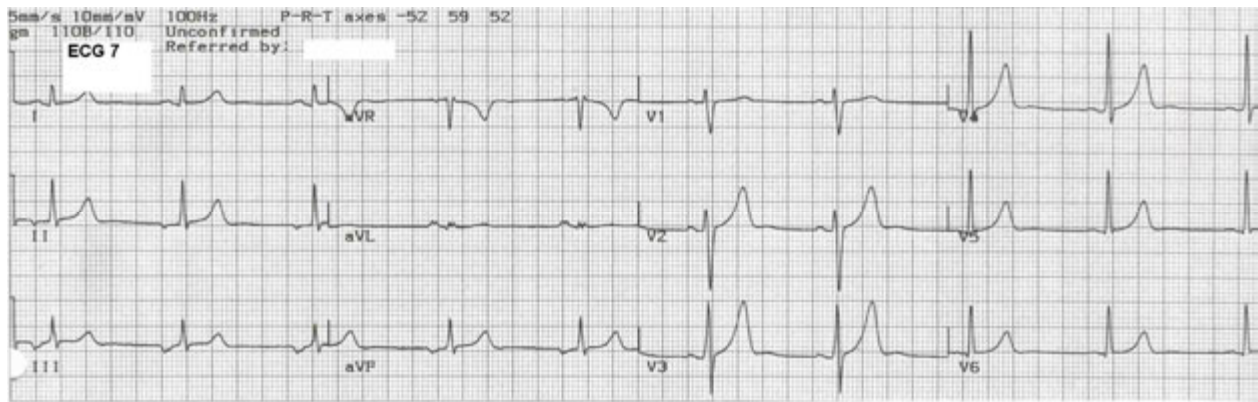
4. Titulaire d'une licence CPL âgé de 24 ans avec une arythmie sinusale marquée et une dissociation atrio-ventriculaire des trois premiers complexes. Il y a un échappement jonctionnel. Ce phénomène n'est pas rare, en particulier la nuit, chez les hommes jeunes en bonne condition physique. Ce pilote était asymptomatique et un ECG à l'effort aurait été normal s'il avait été réalisé. Le pilote a été jugé totalement apte.



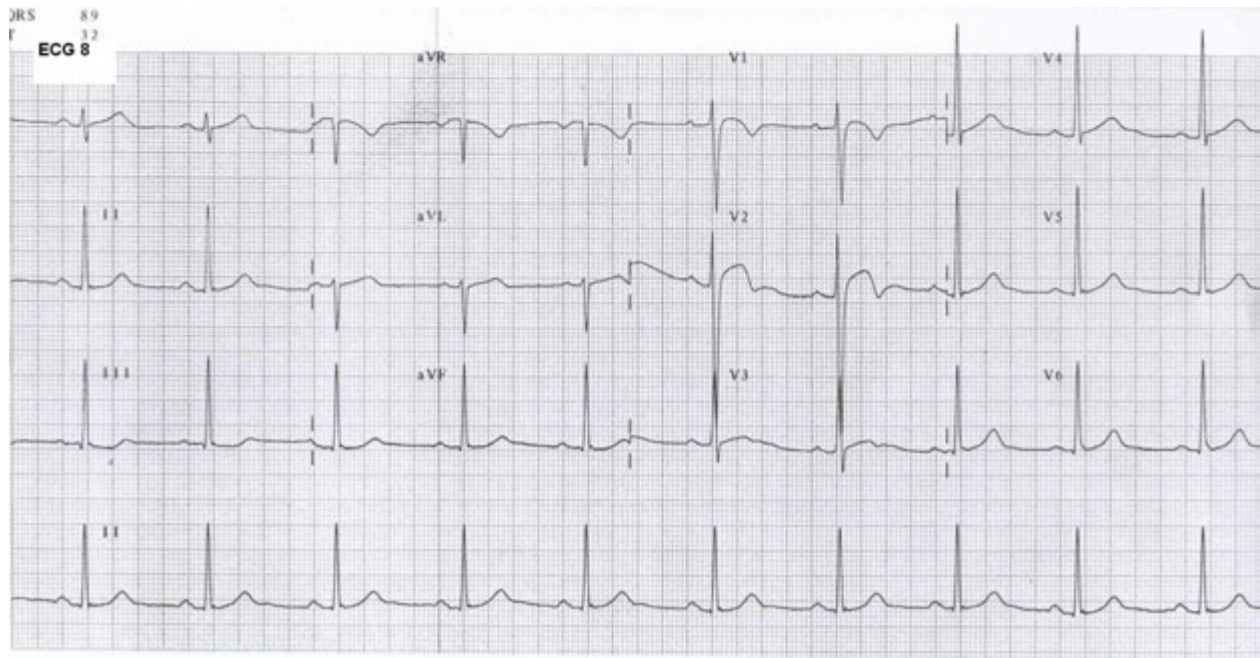
5. Pilote de compagnie aérienne âgé de 34 ans, présentant un électrocardiogramme au repos normal, hormis un très long intervalle PR : 360 ms. L'étroitesse du segment QRS suggère que le bloc se situe au niveau du nœud AV. Cette situation est le plus souvent bénigne chez les sujets jeunes et une attestation d'aptitude peut être délivrée sans restrictions, à condition que le segment QRS soit de largeur normale (< 90 ms) et que l'intervalle PR se raccourcisse à l'effort sous les 180 ms. Il ne devrait pas y avoir d'indices de conduction décrémente.



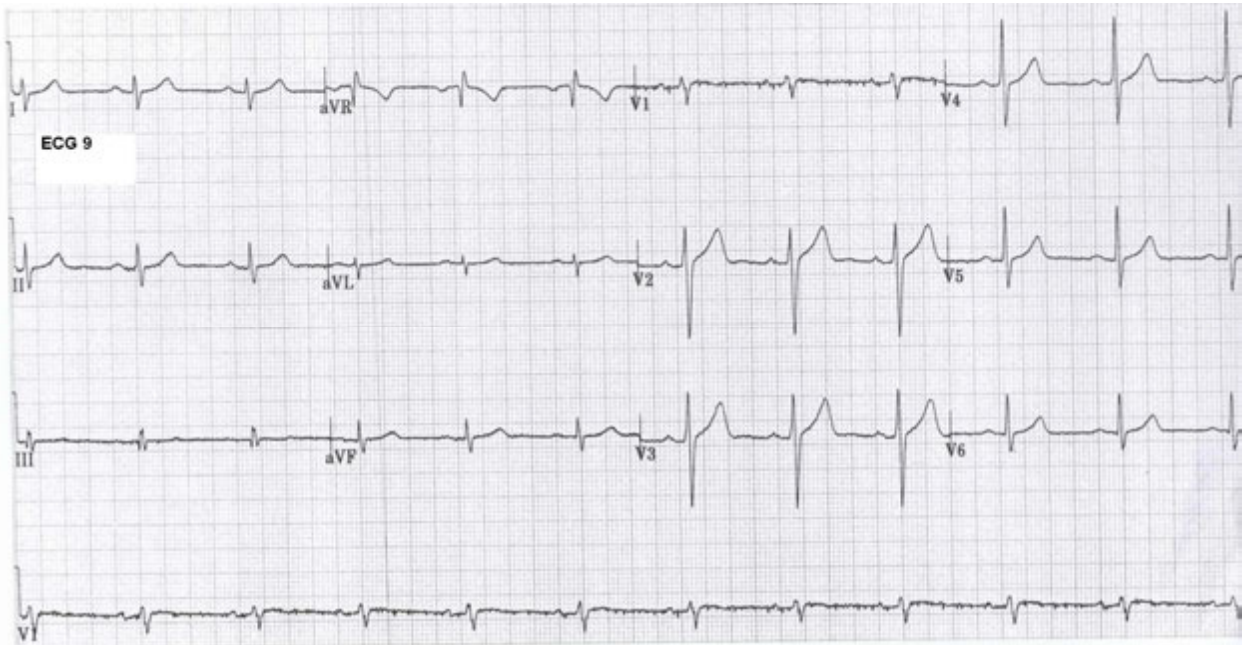
6. Titulaire d'une licence ATPL âgé de 34 ans, présentant une fréquence cardiaque de 62 bpm. Le cœur est positionné verticalement comme l'indiquent les potentiels faibles en DI et les potentiels élevés dans les dérivations inférieures DII, DIII et aVF. Les ondes T sont grandes mais asymétriques. L'intervalle PR est à la limite inférieure de la normalité : 116 ms. Si le candidat est asymptomatique et qu'il n'a pas d'antécédents pouvant faire penser à une tachycardie par réentrée nodale, il s'agit d'une variante normale.



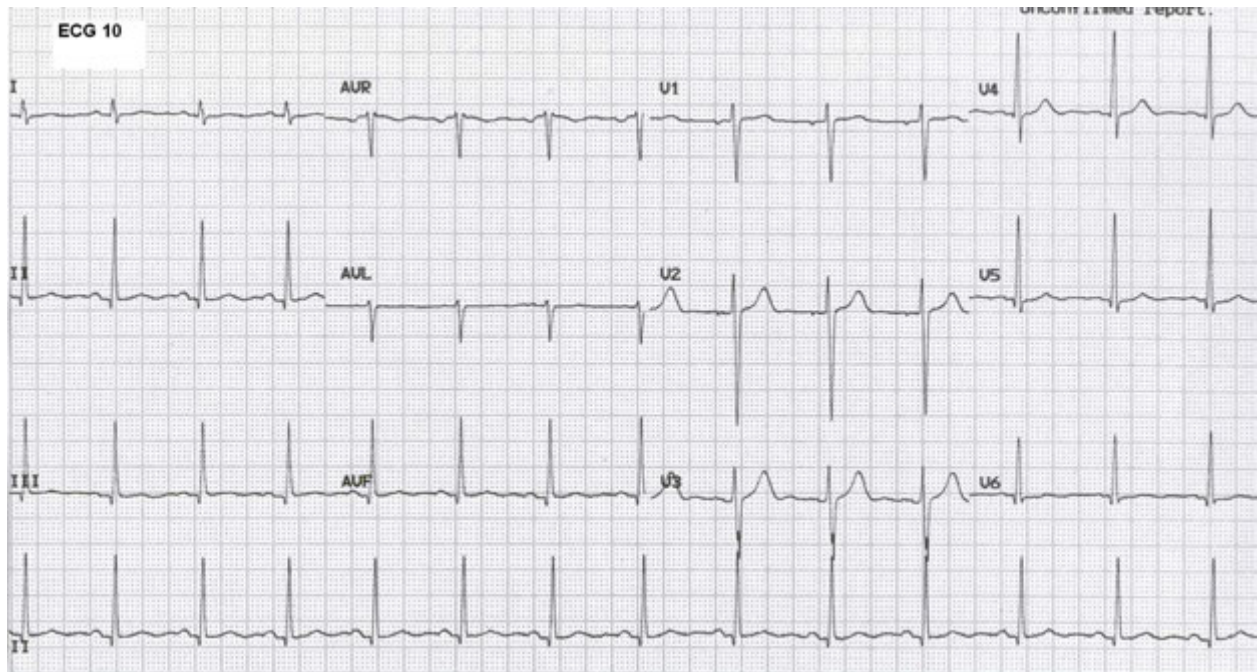
7. Titulaire asymptotique d'une licence PPL âgé de 40 ans, présentant un rythme atrial droit faible. Ce phénomène est parfois appelé rythme du sinus coronaire. L'intervalle PR est normal mais les ondes P sont inversées en DII, DIII et aVF. C'est une variante normale courante, qui ne devrait pas entraver la délivrance d'une attestation d'aptitude en l'absence d'autre anomalie.



8. Pilote de compagnie aérienne âgé de 31 ans, qui avait l'habitude de courir 80 km par semaine. On note une déviation axiale droite. Les potentiels sont élevés et les ondes T, inversées/échancrées en V1 – V3. L'IPM au thallium s'est révélée négative. Cette variante se rencontre parfois dans le phénomène du « cœur d'athlète ». L'inversion de l'onde T n'est pas anormale en V1 ; si elle est présente, elle devrait diminuer progressivement, parfois sous la forme d'échancres, en V2 et V3. L'inversion de l'onde T en V3 devrait être considérée comme anormale ; elle se rencontre dans une anomalie du ventricule droit et dans l'ischémie antérieure.



9. Pilote asymptotique de 38 ans, titulaire d'une licence CPL, présentant le syndrome D1, 2 et 3, dans lequel toutes les déflexions des dérivation hexaxiales paraissent très similaires. Des ondes S apparaissent aussi en V5 et V6. Il s'agit d'une variante normale. Dans un groupe plus âgé, s'il s'agit d'une nouvelle modification, la possibilité d'une lésion antéro-septale doit être envisagée et exclue.

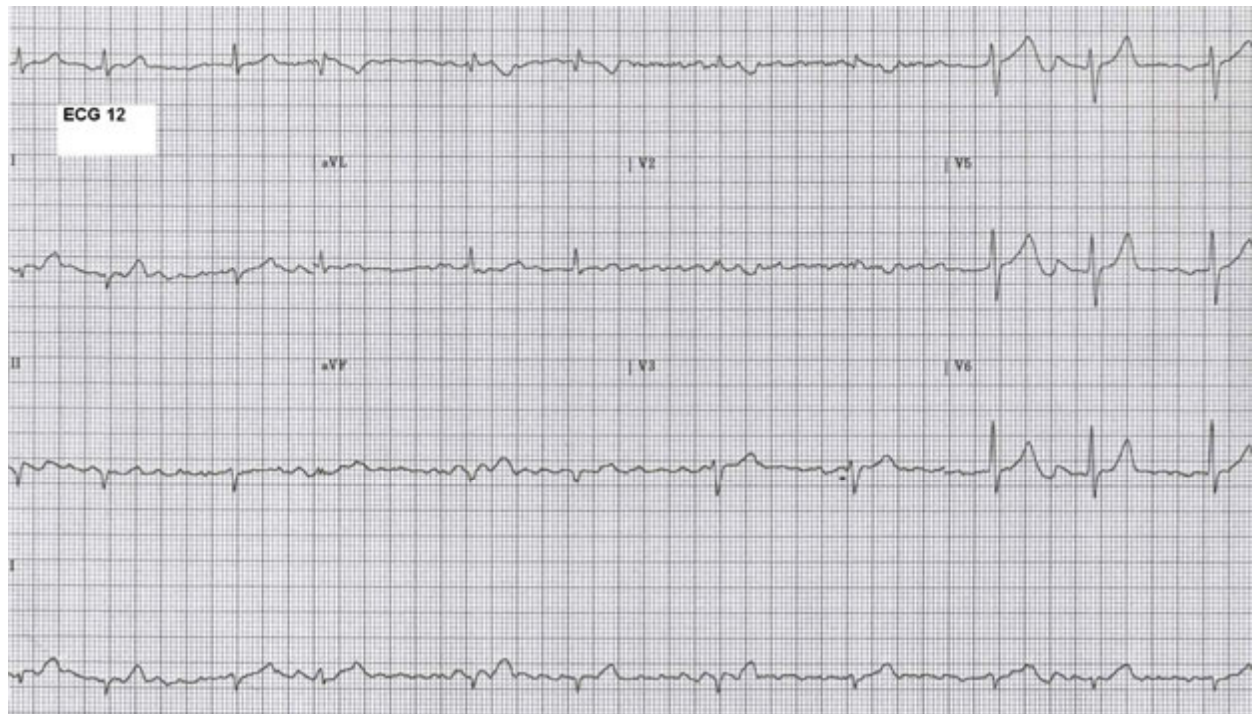


10. Candidat âgé de 21 ans à une attestation de classe 1, qui présente un rythme sinusal à une fréquence cardiaque de 84 bpm. Il y a perte d'amplitude des ondes T dans les dérivations thoraciques inférieure et gauche. C'est une variante normale chez un sujet jeune et il faut s'attendre à une réponse normale à l'effort. Un point mérite d'être souligné concernant les ondes U : celles-ci sont inversées en V5 et V6. Aucune cause manifeste n'a pu être établie, mais cette observation est souvent un indicateur de substitution d'une inversion pathologique de l'onde T chez un sujet plus âgé.



11. Pilote asymptotique âgé de 47 ans, titulaire d'une licence ATLP, qui présente des extrasystoles jonctionnelles fréquentes, assorties d'une aberration mineure (bloc de branche droit incomplet) due à l'extrasystole. À des fréquences cardiaques lentes, le faisceau droit a une PRE⁵¹ légèrement plus longue que le faisceau gauche ; avec l'extrasystole, on peut s'attendre à un retard du côté droit. L'extrasystole atriale peut être prémonitrice d'une fibrillation atriale et des antécédents de consommation excessive d'alcool ne sont pas rares. En l'absence de fibrillation atriale dans ce cas, et au vu de l'échocardiogramme normal et de l'électrocardiogramme normal à l'effort, une attestation d'aptitude a été délivrée, sous réserve d'un suivi annuel. La courbe descendante du segment ST en DIII est une variante normale dans ce cas, étant donné que l'angle QRST n'est pas large (+40°).

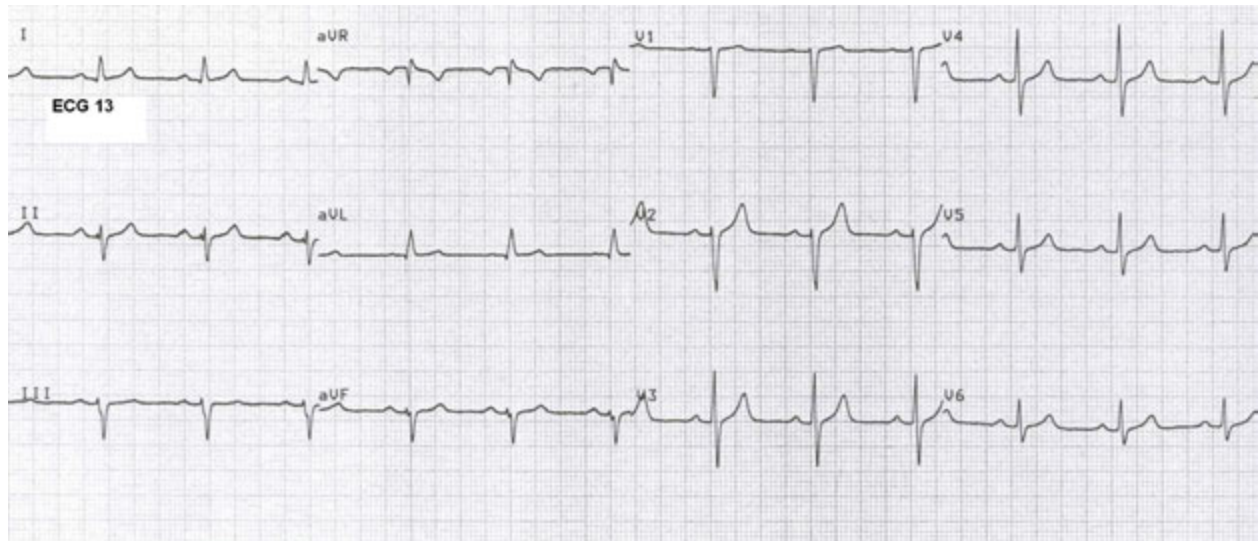
51 PRE — Période réfractaire effective.



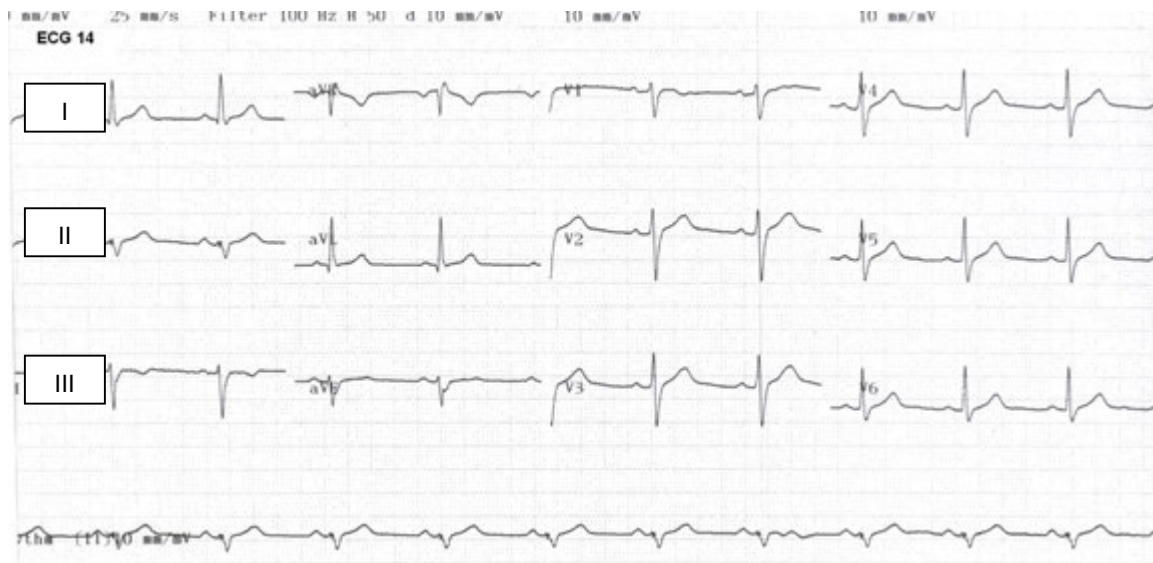
12. Pilote âgé de 56 ans, titulaire d'une licence ATPL, qui est en fibrillation atriale. Les potentiels sont faibles. La négativité dominante des dérivations inférieures traduit la coexistence probable d'un bloc fasciculaire antérieur gauche (hémibloc), bien qu'il faille exclure un infarctus du myocarde inférieur. Bien que toujours asymptomatique, ce pilote a d'abord développé une fibrillation atriale paroxystique, qui est devenue persistante, puis permanente⁵². Son échocardiogramme et son ECG à l'effort étaient toujours normaux. Si le pilote est asymptomatique et qu'il n'est nullement indiqué de prescrire de la warfarine (c.-à-d. si la fibrillation atriale ne s'accompagne pas d'une anomalie cardiaque, d'hypertension, de diabète, d'antécédents d'AIT⁵³ ou si le sujet a plus de 65 ans), une attestation d'aptitude avec limitation OML peut être envisagée.

52 *Paroxystique* : fibrillation atriale récurrente, intermittente, qui précédemment s'arrêtait spontanément sans traitement spécifique. La fibrillation atriale paroxystique est auto-limitative. *Persistante* : fibrillation atriale récurrente, soutenue, à laquelle il a été mis fin par une intervention thérapeutique. La fibrillation atriale persistante peut être le premier signe, une culmination d'épisodes récurrents de fibrillation atriale paroxystique ou une fibrillation atriale de longue date (plus d'un an). La fibrillation atriale persistante n'est pas auto-limitative, mais peut être convertie en rythme sinusal par une intervention médicale ou électrique. *Permanente* : fibrillation atriale continue qui ne peut être convertie en rythme sinusal normal par des techniques pharmacologiques ou électriques de conversion.

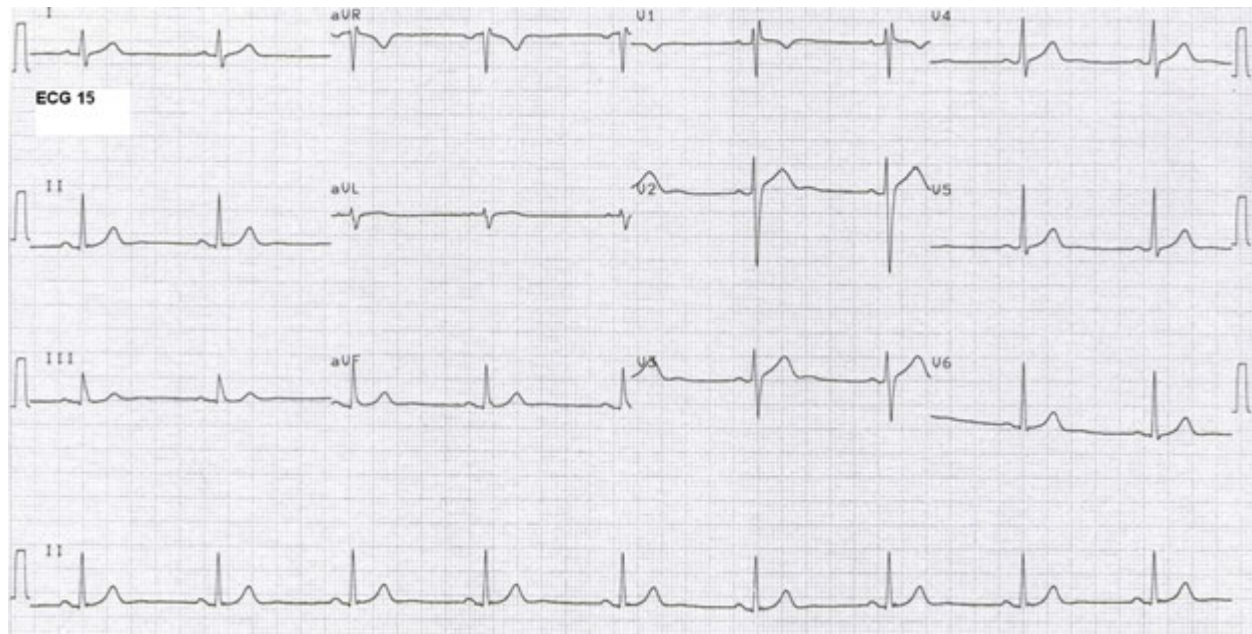
53 AIT : accident ischémique transitoire.



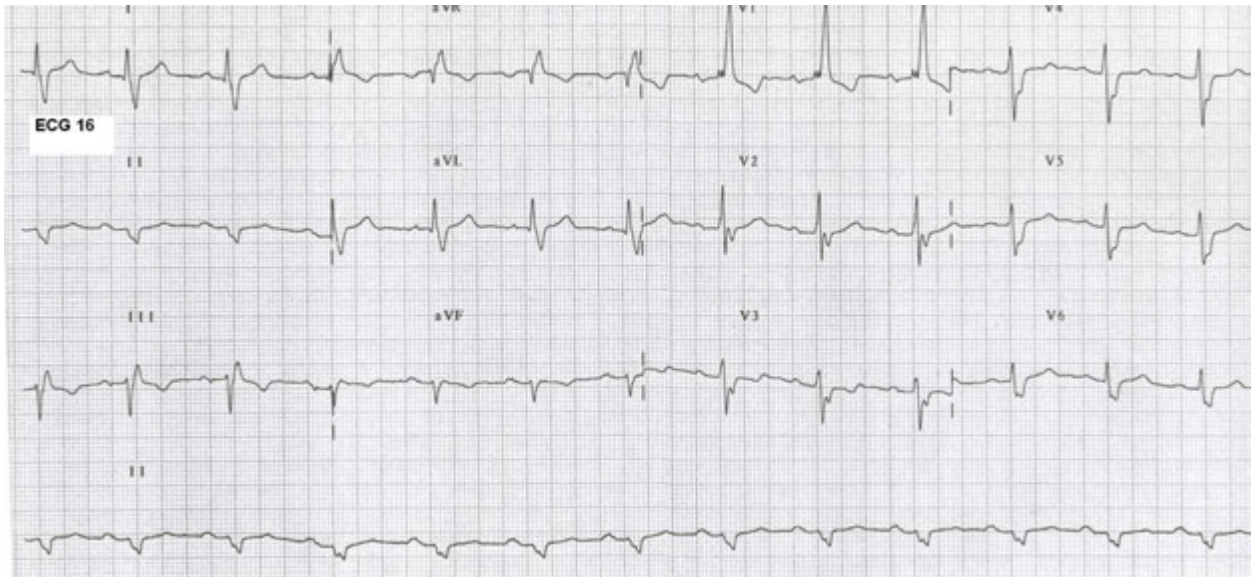
13. Pilote de 64 ans, titulaire d'une licence PPL, qui présente un rythme sinusal avec une fréquence cardiaque de 74 bpm. Les ondes S sont dominantes en DII, DIII et aVF, ce qui donne un axe moyen des QRS dans le plan frontal de -50° . Une rotation orthodromique du cœur est présente autour de l'axe longitudinal avec des ondes S en V5 et V6. Ce schéma s'est développé sur 20 ans et reflète l'acquisition progressive d'un bloc fasciculaire antéro-supérieur gauche (hémibloc). C'est généralement un phénomène bénin, compatible avec une aptitude à exercer des fonctions aéronautiques. Si le changement est brusque, la possibilité d'un infarctus du myocarde antérieur doit être envisagée. Un suivi est requis pour tout indice de progression compatible avec une fibrose progressive des tissus conductifs. Dans ce cas, l'électrocardiographie à l'effort était normale et une attestation d'aptitude a été délivrée.



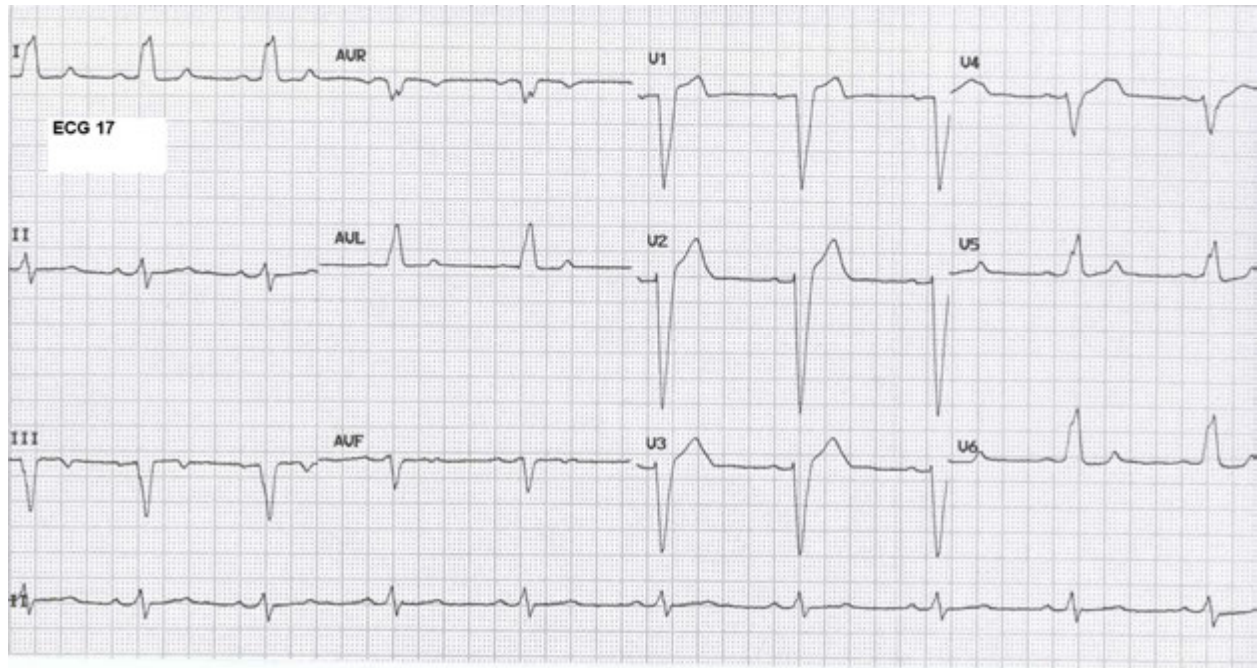
14. Pilote normotensif âgé de 49 ans, titulaire d'une licence ATPL, présentant un rythme sinusal avec fréquence cardiaque de 60 bpm. Il y a une augmentation non spécifique de la durée du QRS, qui passe à 110 ms, bien qu'une partie de cette augmentation soit due à un retard dans le faisceau de branche droit, reflété en tant qu'onde S en D1 et V6. Il y a une onde S en D1, D2 et D3 mais le schéma D1,2,3 n'est pas présent. Le cœur présente une rotation orthodromique autour de son axe longitudinal. Le pilote a été soumis à un test à l'effort en raison de l'approfondissement apparent de l'onde S en DII (cohérent avec un hémibloc antérieur gauche) mais l'enregistrement était normal. Le pilote a été déclaré apte sans restrictions, mais avec obligation de suivi annuel pour surveiller la possibilité d'indices progressifs de troubles de la conduction.



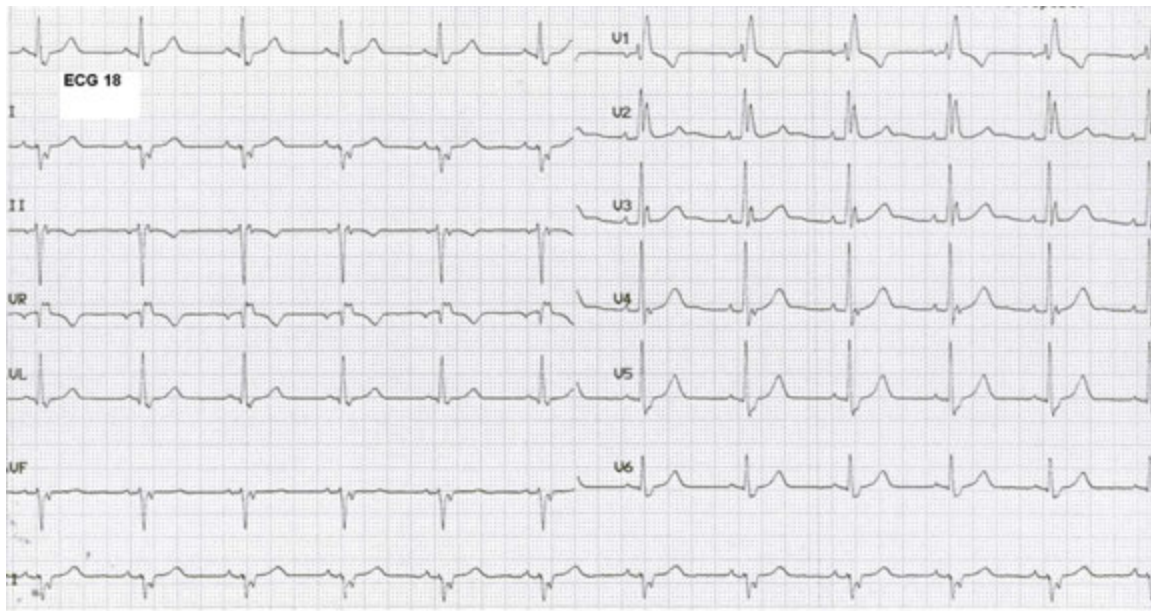
15. Copilote âgé de 28 ans, présentant une bradycardie sinusale à une fréquence de 55 bpm. L'enregistrement est normal, hormis le rSr' en V1. Cela reflète un bloc de branche droit incomplet. Il s'agit d'une variante normale courante. En cas de déviation axiale droite significative, il convient d'envisager la possibilité d'une communication inter-atriale de type *septum secundum* et d'effectuer un échocardiogramme.



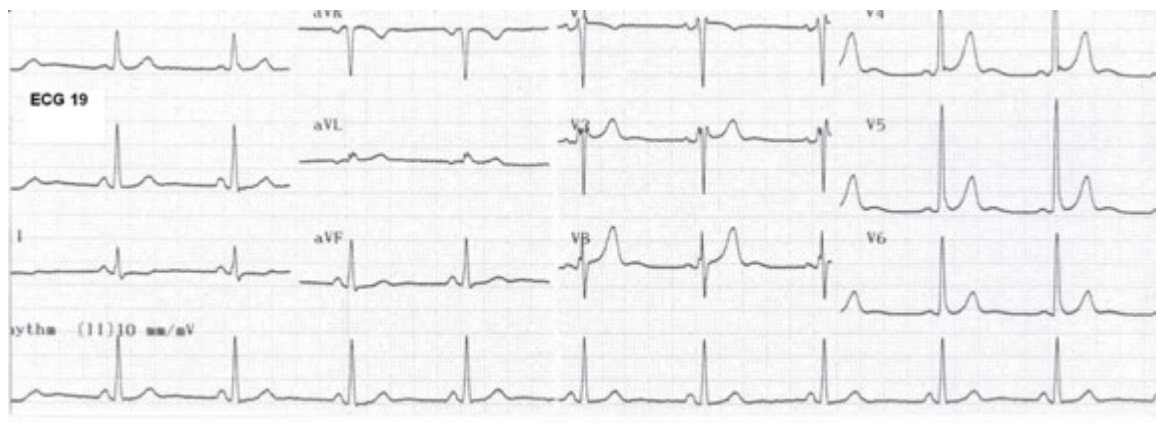
16. Commandant instructeur âgé de 57 ans, qui présente un bloc de branche droit complet, existant depuis 24 ans. Ce bloc se traduit par l'onde S profonde en DI et aVL ainsi qu'en V5 et V6. De plus, il y a un complexe rsR en V1. L'axe est indéterminé mais l'approfondissement des ondes S en DII, DIII et aVF a justifié la réalisation d'une électrocardiographie à l'effort, qui s'est révélée négative à 11 minutes du protocole de Bruce. De même, l'échocardiogramme et l'enregistrement Holter étaient normaux. L'intervalle PR était à la limite supérieure de la normale à 202 ms. La pression sanguine était à la limite : 146/84 mm Hg. L'attestation médicale a été limitée aux opérations en équipage multiple.



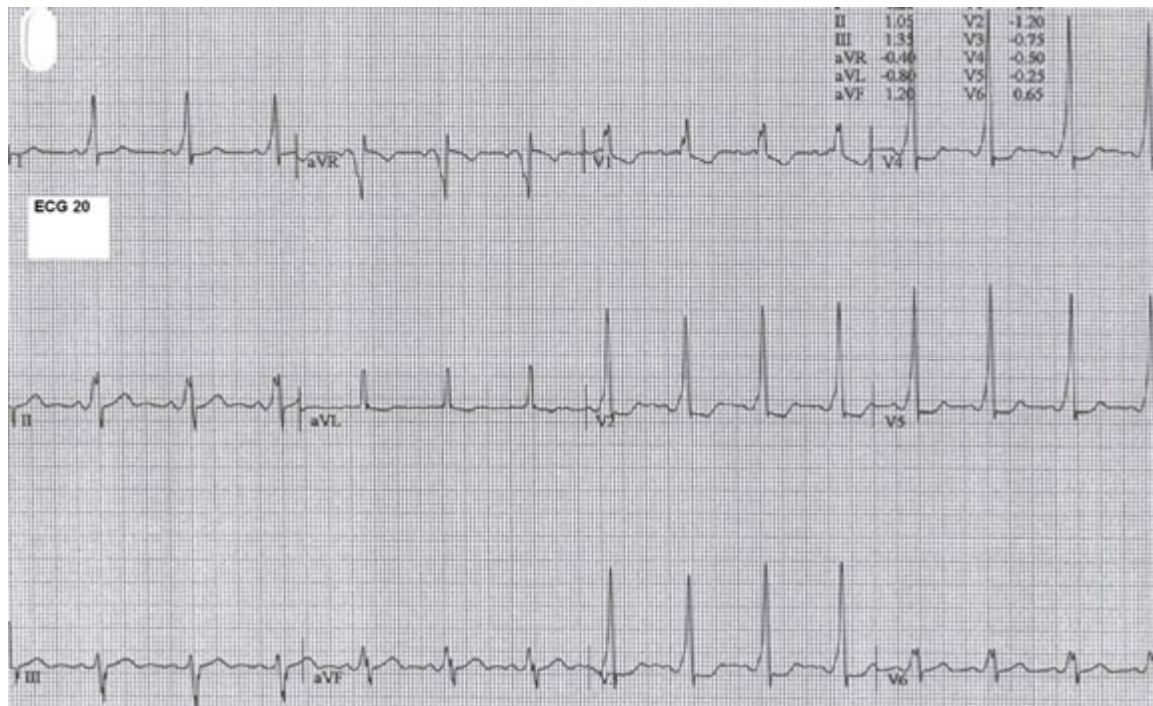
17. Commandant de bord âgé de 48 ans, présentant un bloc de branche gauche complet avec fréquence cardiaque de 57 bpm. Son état est stable depuis onze ans. L'axe est dirigé vers la gauche à -30° . Ce schéma n'est pas tout à fait caractéristique, car les ondes T devraient normalement être inversées de façon asymétrique en DI, aVL et V5 et V6. L'« échancrure » dans l'inscription de l'onde R est caractéristique, tout comme l'absence d'une onde Q septale en DI, aVL, V5 et V6. La durée du QRS est de 140 ms. On note également une mauvaise progression de l'onde R dans les dérivations thoraciques. Ce pilote a été soumis à une électrocardiographie à l'effort, à une IPM au thallium, à une échocardiographie et à une surveillance Holter. Tous ces examens se sont révélés négatifs, ce qui était rassurant. Après trois ans de suivi, il a reçu une attestation médicale sans restrictions.



18. Pilote privé normotensif âgé de 43 ans, en rythme sinusal à une fréquence cardiaque de 69 bpm. Il présente une déviation axiale gauche nette (-56°), ce qui donne des déflexions rS en DII, DIII et aVF. Cela traduit un hémibloc antérieur gauche. La large onde S en DI, V5 et V6 ainsi que la déflexion rsS en V1 indiquent qu'un bloc de branche droit complet est aussi présent. Ce dernier existe de longue date, mais l'hémibloc gauche a été acquis. L'électrocardiographie à l'effort était normale à 12 minutes, tandis que l'échocardiographie et l'enregistrement Holter n'ont révélé aucune anomalie. En tant que schéma acquis chez un individu asymptomatique, ce bloc a probablement été généré par une fibrose fine progressive très lente des tissus conductifs (maladie de Lenègre). Une coronaropathie peut être présente et il convient d'étudier cette possibilité. Des contrôles cardiologiques réguliers avec électrocardiographie à l'effort et surveillance Holter sont requis. La délivrance d'une attestation d'aptitude avec limitation aux opérations en équipage multiple est recommandée.



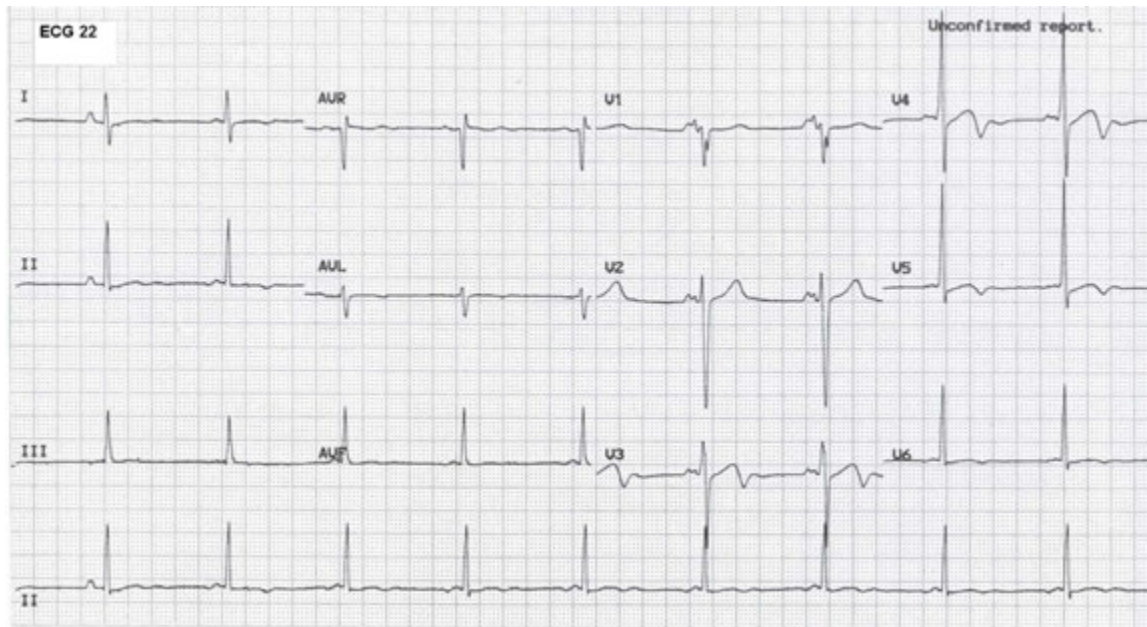
19. Contrôleur de la circulation aérienne âgé de 49 ans, qui présente un complexe rSr en V1 et V2 faisant penser à un retard incomplet dans le faisceau droit, bien qu'il n'y ait pas d'onde S correspondante dans les dérivations thoraciques gauches. Dans cette situation, les dérivations V1 et V2 peuvent avoir été placées dans le 2^e plutôt que dans le 4^e espace intercostal. Un début sus-décalé du segment ST est visible en V4, la petite échancrure sur l'onde S reflétant une onde d'Osborn. Il s'agit d'une variante normale. L'intervalle PR est court : 114 ms. De plus, il se peut qu'il y ait une onde delta en V4, correspondant à un degré mineur de pré-excitation. Des degrés mineurs de pré-excitation sont parfois confondus avec un bloc de branche gauche incomplet, qui peut se manifester de cette façon. Ce sujet a toujours été asymptomatique et son électrocardiographie à l'effort est normale. Il s'est vu délivrer une attestation d'aptitude sans restrictions.



20. Contrôleur de la circulation aérienne asymptotique âgé de 48 ans, ayant toujours présenté un schéma de Wolff-Parkinson-White (WPW). On note des ondes delta dans l'inscription supérieure des ondes R en D1, aVL et V4 – V6. Le vecteur delta est à -30° et l'onde R, positive en V1. Cela implique une localisation para-septale antérieure gauche de la voie accessoire. La délivrance d'une attestation initiale d'aptitude n'est pas possible en présence d'antécédents de tachycardie par réentrée atrio-ventriculaire. Si l'on peut prouver l'ablation réussie de la voie accessoire, une attestation d'aptitude sans restrictions est possible. Si seul le schéma de WPW est présent, le sujet peut être déclaré apte après un examen électrophysiologique démontrant une période réfractaire effective antérograde de cette voie > 300 ms, un intervalle HV < 70 ms, un intervalle Δ - Δ pendant la fibrillation atriale > 300 ms, une absence d'indices de voies multiples et une absence de tachycardie de réentrée AV inductible. Des individus présentant ce schéma qui sont asymptotiques de longue date peuvent recevoir une déclaration d'aptitude sans restrictions.

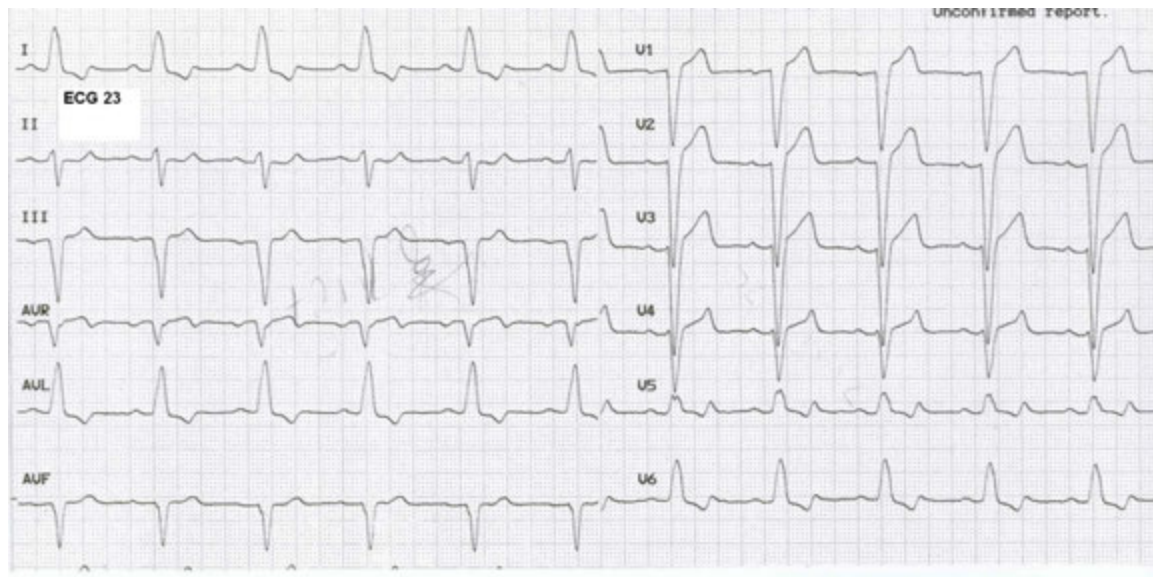


21. Pilote de compagnie aérienne normotensif âgé de 49 ans, présentant ce schéma d'aplatissement/inversion diffuse du segment ST-onde T depuis vingt-cinq ans, tout en assumant un service actif. Bien que normotensif, son septum inter-ventriculaire s'est épaissi pour atteindre 2,1 cm. Il est donc probable qu'il exprime un gène responsable d'une cardiomyopathie hypertrophique. L'électrocardiogramme à l'effort s'est « normalisé » à une forte charge de travail et il n'y a aucun indice d'instabilité électrique à l'enregistrement Holter. La plupart des myopathies hypertrophiques exigent une limitation aux opérations en équipage multiple mais un diamètre du septum inter-ventriculaire > 2,5 cm, une tachycardie ventriculaire à l'enregistrement Holter, des antécédents familiaux d'arrêt cardiaque soudain (ACS) et/ou une chute de la pression artérielle à l'effort sont autant d'indicateurs d'un risque excessif d'incapacité et doivent être jugés incompatibles avec une certification médicale.

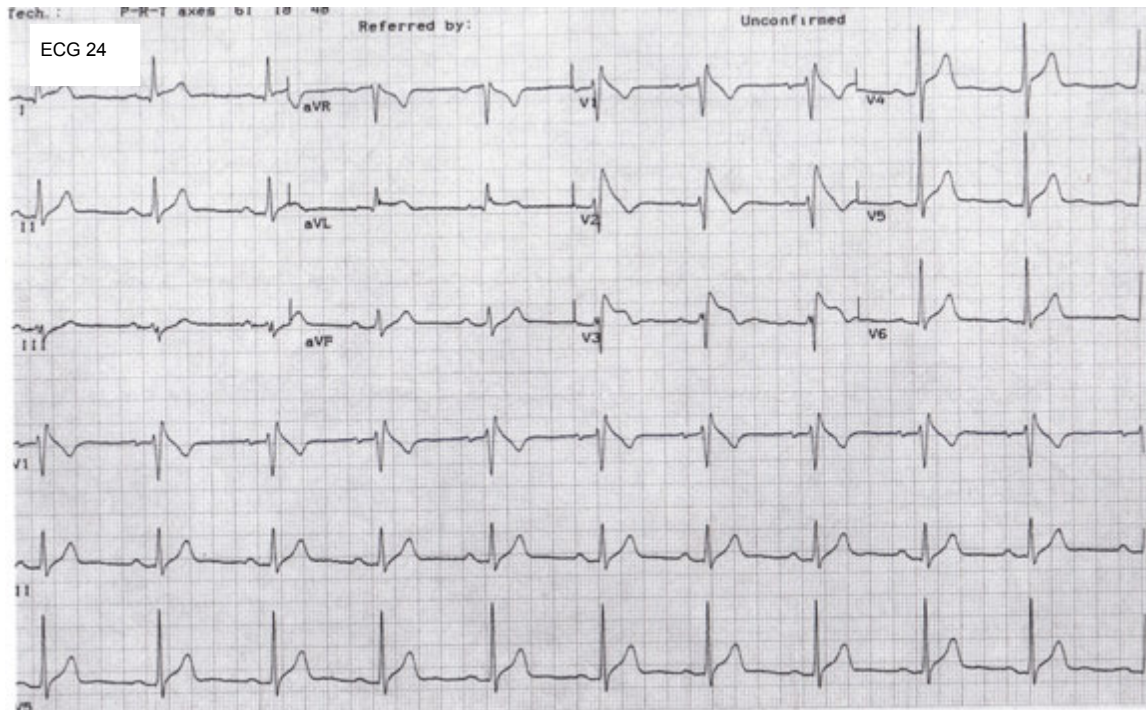


22. Pilote de 50 ans, titulaire d'une licence ATPL, présentant une CMH⁵⁴. Une bradycardie, probablement d'origine atriale gauche, est présente avec une fréquence cardiaque de 57 bpm. Dans les dérivations hexaxiales, les ondes T sont plates mais, au demeurant, ordinaires. Les ondes P en forme de « dôme et de flèche » en V1 suggèrent un foyer atrial gauche tandis que les ondes T sont biphasiques en V3 et V4, avec une échancrure tardive en V5. La performance de ce pilote à l'effort est excellente et aucune instabilité électrique n'est détectée sur les enregistrements Holter répétés. Son attestation médicale a été limitée aux opérations en équipage multiple.

⁵⁴ La CMH (cardiomyopathie hypertrophique) est une pathologie induisant des manifestations protéiformes à l'ECG, qu'il convient de garder à l'esprit lorsque l'on est confronté à un enregistrement bizarre.



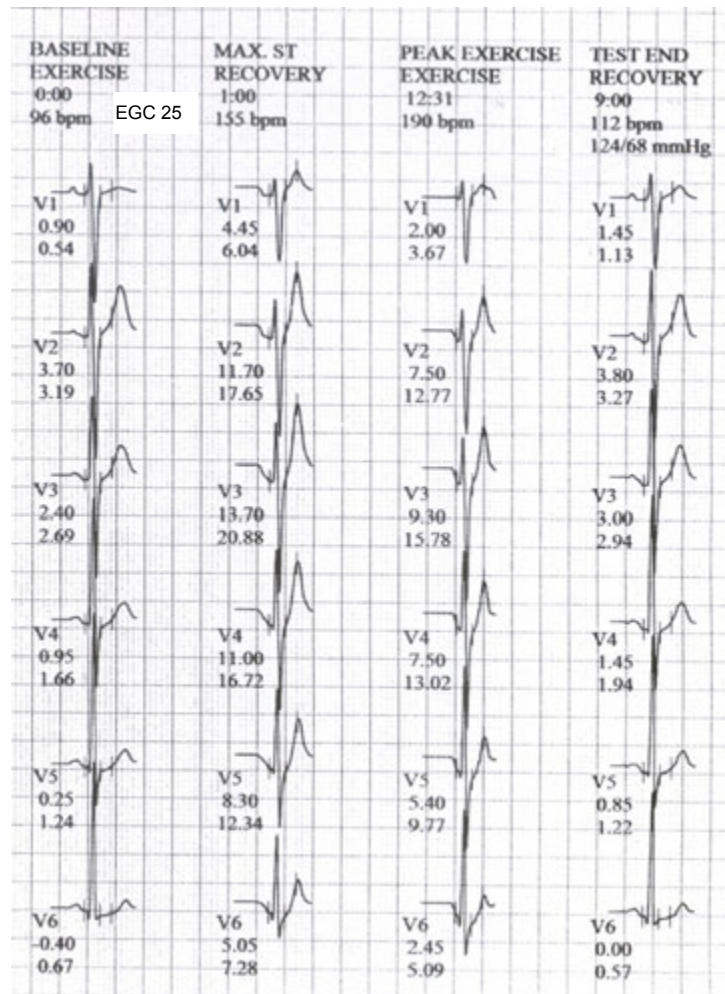
23. Pilote âgé de 60 ans, titulaire d'une licence PPL, ayant une fréquence cardiaque de 73 bpm. Bien que les pointes de stimulation ne soient pas manifestes, un stimulateur double chambre bipolaire est présent. Ce stimulateur a été implanté en raison d'un bloc atrio-ventriculaire du premier degré avec intervalle PR de 400 ms, d'une déviation axiale gauche (-60°) et d'un QRS d'une durée de 158 ms. Un bloc AV Möbitz de type I se produisait la nuit. L'IPM au thallium était négative. Comme le pilote n'était pas techniquement dépendant du stimulateur, une attestation médicale de classe 2 a été délivrée.



24. Candidat âgé de 38 ans à une attestation médicale de classe 1, présentant les caractéristiques du schéma de Brugada bien qu'il ait toujours été asymptomatique. Spécifiquement, on note un bloc de branche droit incomplet avec écartement du segment ST par rapport à r' plutôt qu'une inscription résolument orientée vers le bas. Il s'agit d'une illustration d'une canalopathie ionique avec participation du gène SCN5a codant le canal sodique. Un candidat sollicitant une première licence devrait être écarté, mais l'apparition de cette pathologie chez un titulaire de licence devrait être étudiée de près à la lumière des antécédents familiaux et de tout antécédent d'événement correspondant à la définition d'une syncope. Une surveillance par Holter devrait être réalisée pour détecter une éventuelle tachycardie ventriculaire (torsade de pointes). Si ces caractéristiques sont présentes, le sujet devrait être déclaré inapte. Des variantes mineures chevauchant des normales sont courantes, de sorte qu'il est nécessaire de solliciter l'avis de spécialistes.

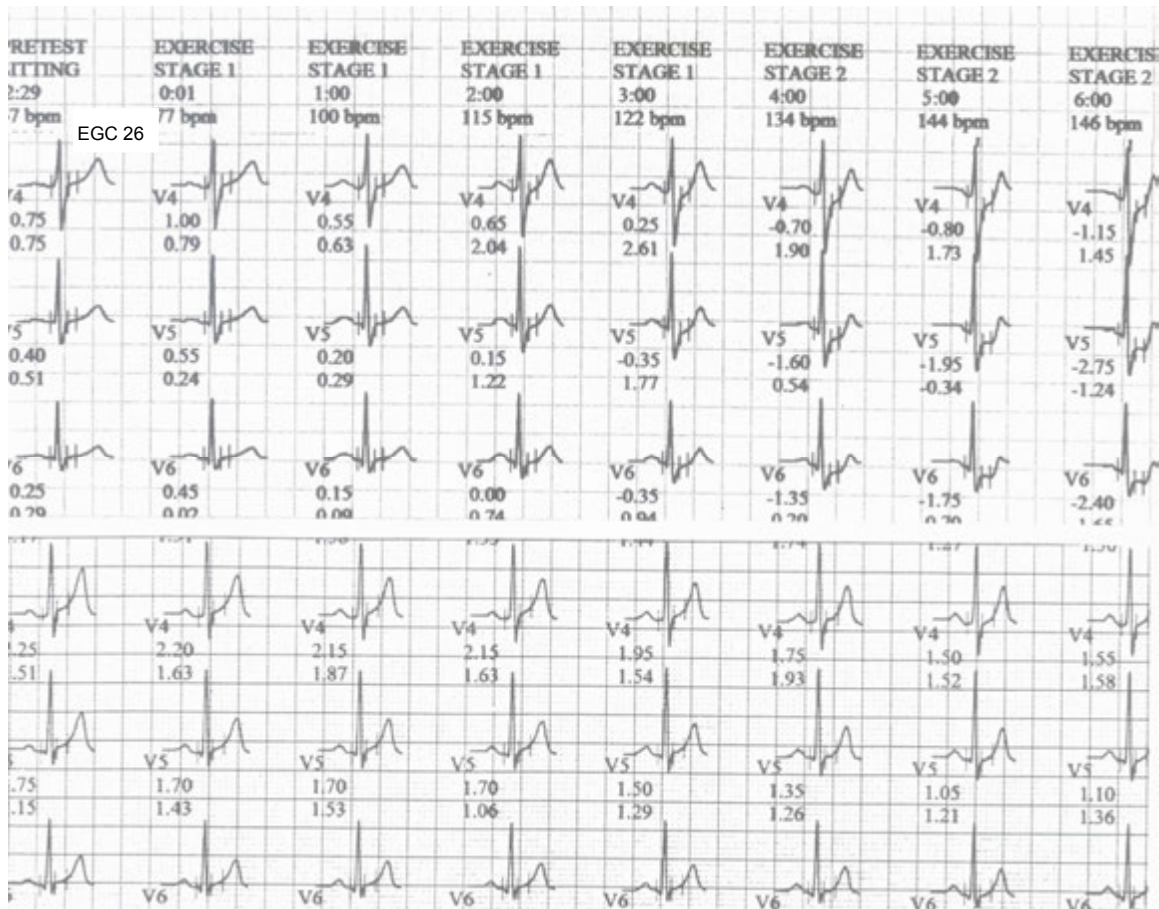
Appendice 2

EXEMPLES D'ÉLECTROCARDIOGRAMMES À L'EFFORT



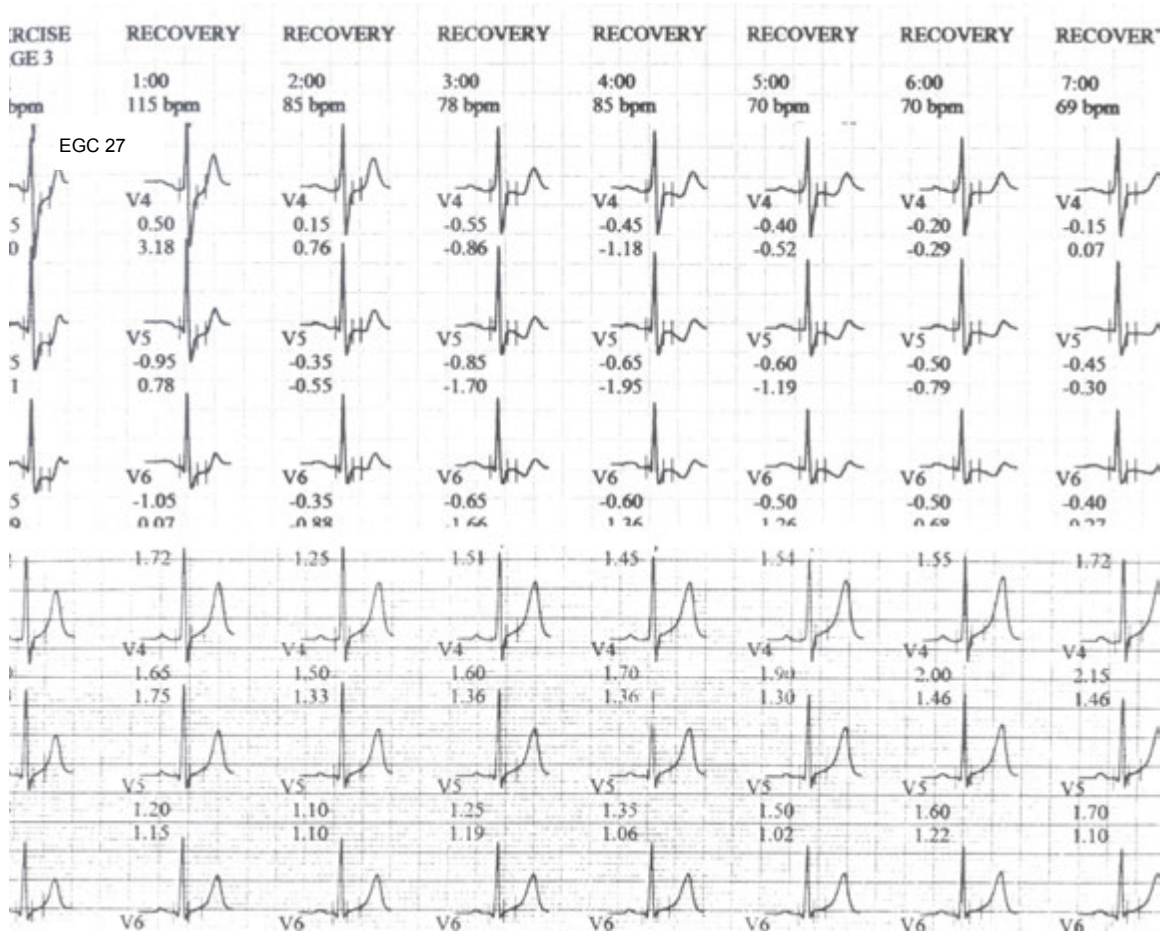
25. Un pilote âgé de 30 ans, titulaire d'une licence ATPL, a subi une électrocardiographie à l'effort en raison de l'aplatissement variable de l'onde T dans les dérivations thoraciques gauches de son électrocardiogramme au repos. Il a atteint 100 % de la fréquence cardiaque maximale calculée en fonction de son âge, soit 190 bpm, sur le protocole sur tapis roulant de Bruce après 12 minutes d'effort et a été limité par la fatigue.

L'illustration montre les dérivations précordiales V1 – V6 sur la ligne du bas, un décalage maximum du segment ST durant la récupération et au maximum de l'effort et, finalement, à la fin de la récupération. L'enregistrement est tout à fait normal. Il convient de noter le phénomène Ta, dans lequel le segment PR diminue progressivement à l'effort mais est corrélé par le déplacement du point J, à savoir la jonction entre l'onde S et le segment ST. Il s'agit là d'une variante normale. Un aussi bon temps de marche prédit un risque faible (< 1 %/an) d'événement cardiovasculaire significatif/an.



26. Un pilote de 53 ans, titulaire d'une licence ATPL, obèse et hypertensif, a développé des symptômes de type « indigestion » durant une escale. Il s'est mis en congé de maladie après son retour à la base. L'examen cardiologique a été mené avec une électrocardiographie à l'effort. Les trois dérivations supérieures, V4, V5 et V6, représentent sa réponse électrocardiographique à l'effort, qui a été limité par des douleurs thoraciques à 6,05 minutes du protocole sur tapis roulant de Bruce. Un sous-décalage progressif du point J apparaît, les segments ST devenant plats à la fin de l'effort.

La partie inférieure de l'illustration montre sa réponse normale à l'effort après la réalisation d'un triple pontage coronarien par greffe. Six mois après l'intervention de référence, il a été jugé apte après examen clinique et électrocardiographie à l'effort : il a été tenu compte de ses facteurs de risque vasculaire. Son électrocardiogramme à l'effort était normal à 11 minutes du protocole de Bruce. Il a été limité au vol en qualité de copilote ou avec copilote et ne pourra plus, à l'avenir, voler comme seul pilote à bord.

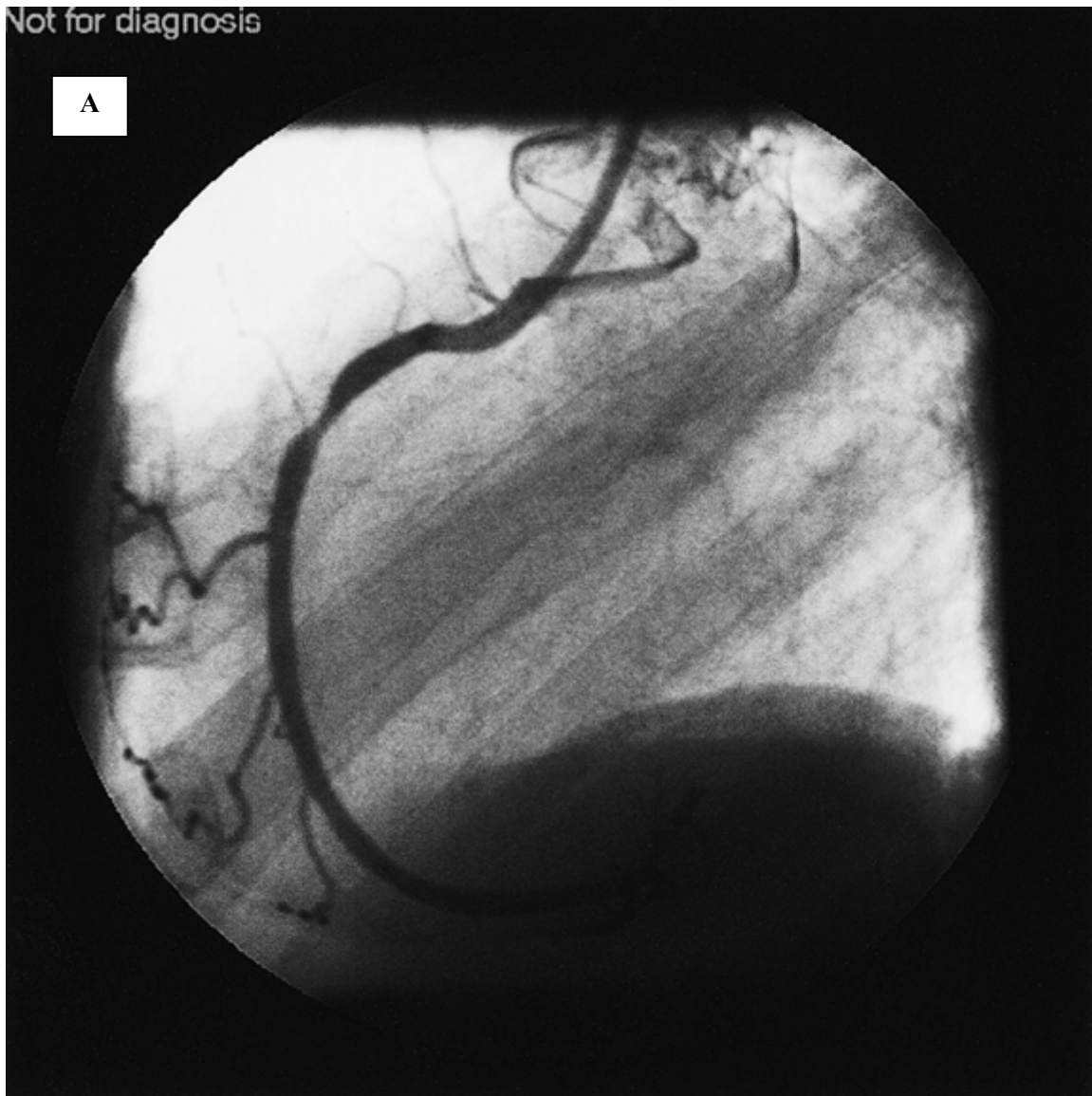


27. Même pilote qu'en 26, avec illustration des mêmes dérivations pendant la récupération de l'effort. Il convient de noter que les modifications du segment ST dans la partie supérieure de l'illustration sont plus impressionnantes pendant la récupération que pendant l'effort, ce qui souligne la nécessité d'enregistrer les dix minutes complètes de la période de récupération.

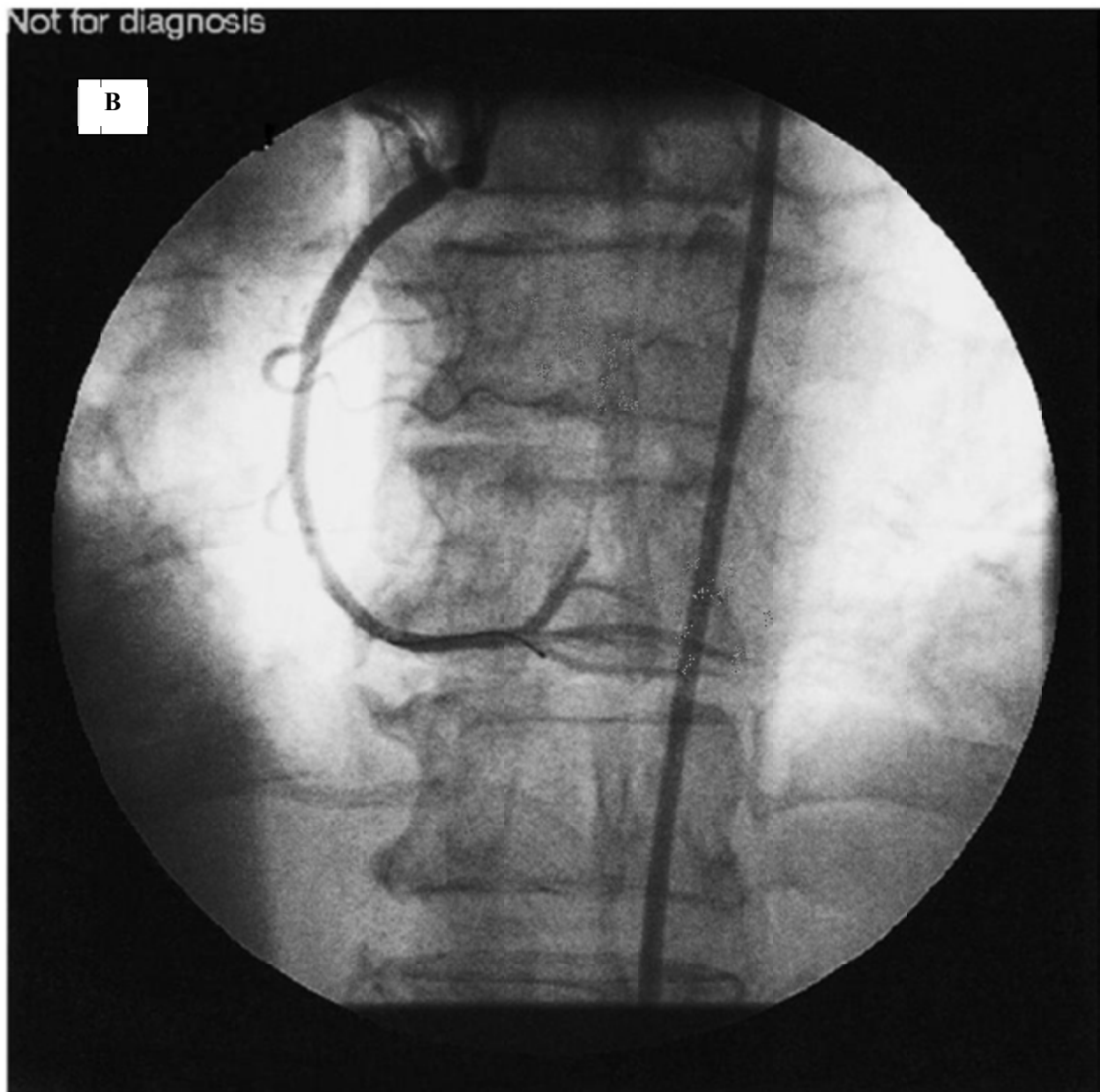
La partie inférieure de l'illustration montre la réponse normale après chirurgie coronaire.

Appendice 3

EXEMPLES D'ANGIOGRAMMES ET D'ANGIOPLASTIES



Cliché A. Image oblique antérieure gauche de l'artère coronaire principale droite chez un pilote professionnel de 54 ans présentant une sténose proximale de 80 %. Il souffre de symptômes d'angor. Son électrocardiogramme à l'effort était anormal à sept minutes du protocole de Bruce et il a été limité par des douleurs thoraciques.



Cliché B. Le même sujet pendant l'angioplastie. La lésion de référence a été dilatée avec succès. Le fil guide est dans le tronc descendant postérieur. Le tronc ventriculaire gauche est bloqué. Six mois plus tard et en l'absence de symptômes, il a été déclaré apte pour les vols en équipage multiple, après avoir subi avec succès une électrocardiographie à l'effort, une échocardiographie (pour déterminer la fraction d'éjection du ventricule gauche) et une imagerie par perfusion myocardique (IPM) au thallium sous stress pharmacologique. L'échocardiographie sous stress pharmacologique aurait été une autre option.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 2. L'APPAREIL RESPIRATOIRE.....	III-2-1
2.1 Introduction	III-2-1
2.2 Éléments d'orientation pour l'évaluation	III-2-1
Tuberculose pulmonaire	III-2-2
Bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO).....	III-2-3
Pneumothorax	III-2-4
Asthme	III-2-5
Complications postopératoires de la chirurgie thoracique	III-2-5
Sarcoïdose pulmonaire.....	III-2-6
Références	III-2-6

Chapitre 2

L'APPAREIL RESPIRATOIRE

2.1 INTRODUCTION

2.1.1 Les chapitres d'introduction du présent manuel énoncent les principes de base de l'évaluation de l'aptitude physique et mentale des candidats à des fonctions aéronautiques.

2.1.2 Les dispositions d'ordre général du paragraphe 6.2.2 de l'Annexe 1 stipulent que le candidat doit être exempt de toute anomalie, invalidité, etc. « qui entraînerait un degré d'incapacité fonctionnelle susceptible de compromettre la sécurité d'un aéronef ou d'empêcher le candidat d'exercer ses fonctions avec sécurité. »

2.1.3 Les conditions d'aptitude physique concernant spécifiquement l'appareil respiratoire figurent aux paragraphes 6.3.2.9 à 6.3.2.12.1 de l'Annexe 1 pour l'attestation médicale de classe 1 (et aux paragraphes correspondants du Chapitre 6 pour les attestations médicales des classes 2 et 3).

6.3.2.9 Il n'existera aucune affection pulmonaire aiguë, ni aucune maladie évolutive des poumons, du médiastin ou de la plèvre qui soit susceptible de provoquer des symptômes incapacitants pendant les opérations normales ou d'urgence.

6.3.2.9.1 **Recommandation.** — *Il est recommandé que l'examen initial comporte une radiographie pulmonaire.*

Note.— *Des radiographies périodiques des poumons ne sont habituellement pas nécessaires, mais elles peuvent être une nécessité dans les situations où l'on peut soupçonner une maladie respiratoire asymptomatique.*

2.1.4 Toutefois, il est entendu qu'une certaine latitude est laissée pour l'interprétation et le jugement personnel du médecin-examineur et de l'évaluateur médical, qui devront tenir compte non seulement des facteurs médicaux, mais aussi des facteurs relatifs à l'exploitation et à l'environnement, qui interviennent dans la détermination de l'aptitude physique et mentale d'ensemble du candidat à des fonctions aéronautiques.

Note.— *Les conditions relatives à l'environnement aéronautique qui provoquent des troubles physiologiques, tels que l'hypoxie et la décompression, sont examinées en détail au Chapitre 1 de la Partie II.*

2.2 ÉLÉMENTS D'ORIENTATION POUR L'ÉVALUATION

2.2.1 Pour les tâches aéronautiques, il importe de ne jamais oublier que l'intégrité fonctionnelle de l'appareil respiratoire et sa capacité d'assurer une oxygénation satisfaisante pendant le vol sont plus importantes que la stricte intégrité anatomique. Il faut tenir dûment compte du type de vol envisagé (par ex. avion pressurisé ou non) et de l'aptitude du candidat à s'acquitter de ses fonctions au cours d'un vol long et difficile. Lors de l'évaluation des fonctions de l'appareil respiratoire, il faut accorder une attention toute particulière à ses rapports avec le système cardiovasculaire. L'oxygénation des tissus pendant le vol ne peut être satisfaisante que si le système cardiovasculaire a une capacité suffisante et réagit correctement.

2.2.2 Pour l'évaluation des cas limites, des épreuves respiratoires simples serviront à déterminer les candidats qui devront se présenter à des examens plus approfondis, faisant éventuellement appel à des techniques plus complexes.

L'évaluation de l'appareil respiratoire devrait plus particulièrement s'attacher à la détection précoce des deux manifestations physiopathologiques les plus fréquentes de la maladie pulmonaire, à savoir :

- a) présence et/ou degré d'atteintes restrictives ;
- b) présence et/ou degré d'atteintes obstructives.

2.2.3 Lors de l'évaluation de l'appareil respiratoire, le médecin-examineur devrait porter une attention particulière aux groupes de maladies ci-après.

Tuberculose pulmonaire

2.2.4 La tuberculose (TB) reste, dans le monde, une des principales causes infectieuses de mortalité chez les adultes. Environ un tiers de la population mondiale (soit deux milliards de personnes) est porteur du *mycobacterium tuberculosis*. La plupart ne développent pas la forme clinique de la maladie, mais environ deux millions de personnes meurent de la tuberculose chaque année.

2.2.5 En 2005, à l'échelle mondiale, 136 nouveaux cas/100 000, soit un total de 8,8 millions de nouveaux cas, ont été signalés à l'Organisation mondiale de la santé. Dans le monde occidental, la tuberculose est devenue une maladie relativement rare, bien qu'elle soit en nette recrudescence dans de nombreux pays en raison de son association avec le VIH. En Afrique sub-saharienne, jusqu'à 70 % des patients atteints de tuberculose pulmonaire à frottis positif sont séropositifs au VIH ; en Amérique du Nord, ce taux approche les 90 %. Dans certaines régions d'Amérique du Nord, la prévalence de la tuberculose pulmonaire est faible, à 4,8/100 000, mais elle n'a pas baissé depuis 1996 et a même augmenté de 9 % entre 2003 et 2004. De plus, l'émergence d'une souche multi-résistante¹ et d'une souche ultra-résistante² de la maladie, menaçant la santé publique et compromettant la lutte contre la tuberculose, fait craindre une future épidémie de tuberculose quasi impossible à traiter.

2.2.6 L'Annexe 1 spécifie que :

6.3.2.12 Les candidats souffrant de tuberculose pulmonaire évolutive seront déclarés inaptes.

6.3.2.12.1 Les candidats atteints de lésions inactives ou cicatrisées que l'on sait ou que l'on soupçonne être d'origine tuberculeuse peuvent être déclarés aptes.

2.2.7 Lors de l'évaluation médicale d'un candidat souffrant de tuberculose pulmonaire ou suivant un traitement antituberculeux, le médecin-examineur devrait garder à l'esprit que tout doute sur l'activité d'une lésion (lorsque les symptômes d'évolutivité de la maladie font cliniquement défaut), doit conduire à une évaluation d'inaptitude pour une période d'au moins trois mois à partir de la date de l'examen médical. À la fin de cette période de trois mois, une nouvelle radiographie devrait être pratiquée et comparée attentivement à la première radiographie. En l'absence de signes d'extension des lésions et de symptômes généraux ou pulmonaires, le candidat pourra être déclaré apte pour trois mois. Par la suite, pour autant que les examens radiographiques effectués à la fin de chaque période de trois mois continuent de ne révéler aucun signe d'extension de la maladie, la validité de la licence devrait être limitée à des périodes consécutives de trois mois. Au terme d'une période d'observation totale de deux ans au moins, organisée selon les règles précitées, si la comparaison de toutes les différentes radiographies ne révèle aucun changement, ou seulement une régression de la lésion, celle-ci devrait être considérée comme « inactive » ou « cicatrisée ».

1 Tuberculose multi-résistante (TB-MR) : tuberculose provoquée par des souches du *mycobacterium tuberculosis* résistantes à au moins l'isoniazide et la rifampicine (médicaments de première ligne).

2 Tuberculose ultra-résistante (TB-UR) : tuberculose provoquée par des souches de *mycobacterium tuberculosis* résistantes à l'isoniazide et à la rifampicine ainsi qu'à tous les fluoroquinolones et à au moins un des agents antituberculeux injectables de deuxième ligne (amikacine, kanamycine, capréomycine).

2.2.8 Lors de l'évaluation médicale d'un candidat sous traitement, il convient de prendre en compte les principes généraux du traitement médicamenteux en regard de la sécurité aérienne, ainsi que les effets secondaires indésirables et les phénomènes d'allergie ou d'idiosyncrasie. Les effets secondaires courants des antituberculeux de première ligne sont les suivants :

Isoniazide : hépatite, neuropathie périphérique
Rifampicine : troubles gastro-intestinaux, hépatite, éruptions cutanées
Éthambutol : névrite rétrobulbaire, vision trouble, scotomes
Pyrazinamide : hépatite, hyperuricémie
Streptomycine : ototoxicité avec vertiges et perte d'audition.

2.2.9 Lorsqu'une tuberculose active a été diagnostiquée chez un patient, l'isoniazide est fréquemment utilisé en chimioprophylaxie chez les autres membres de la famille.

2.2.10 Comme l'isoniazide n'induit que très rarement des effets secondaires et que, si ceux-ci se manifestent, ils ne provoquent pas de symptômes incapacitants aigus, un traitement prophylactique n'entraîne pas l'incapacité.

Bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO)

6.3.2.10 Les candidats qui souffrent d'une maladie pulmonaire obstructive chronique seront déclarés inaptes, à moins que leur état n'ait fait l'objet d'une enquête et d'une évaluation conformes aux meilleures pratiques médicales et qu'il n'ait été estimé qu'il n'est pas susceptible de les empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de leur licence ou de leurs qualifications.

2.2.11 La bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) est une pathologie hétérogène combinant des caractéristiques de l'emphysème et de la bronchite chronique. L'emphysème se caractérise par la destruction du parenchyme pulmonaire, qui entraîne une perte de ventilation et une perte de soutien élastique des voies aériennes internes, ce qui provoque un collapsus à l'expiration. La bronchite chronique se caractérise par l'inflammation des voies aériennes, avec épaississement des mucosités, une production abondante d'expectorations et un mauvais rapport entre ventilation et perfusion qui, dans certains cas, peut être difficile à distinguer de façon fiable de l'asthme chronique. La plupart des individus souffrant de BPCO présentent des caractéristiques à la fois de l'emphysème et de la bronchite chronique, avec, le plus souvent, une prédominance du premier ou de la seconde, le premier cas de figure étant le plus fréquent.

2.2.12 La BPCO à prédominance emphysemateuse présente les caractéristiques suivantes :

- a) dyspnée d'effort, souvent sévère ;
- b) obstruction au flux respiratoire, qui ne s'améliore guère après administration d'un bronchodilatateur ;
- c) baisse (souvent marquée) de la capacité de diffusion ;
- d) augmentation de la capacité pulmonaire totale (CPT) et augmentation du volume résiduel (VR) par rapport à la fraction de la CPT ;
- e) diminution généralement modeste de la saturation artérielle en oxygène, avec une pression normale en dioxyde de carbone ;
- f) modifications bulleuses à la radiographie.

2.2.13 La BPCO à prédominance bronchique présente les caractéristiques suivantes :

- a) dyspnée variable, dépendant de la présence d'une exacerbation de bronchite chronique ;
- b) obstruction au flux respiratoire, avec amélioration significative mais incomplète après administration d'un bronchodilatateur ;
- c) diminution modeste de la capacité de diffusion ;
- d) augmentation du rapport VR/CPT.
- e) hypoxémie artérielle, souvent marquée, avec rétention de dioxyde de carbone et hypertension pulmonaire aux stades ultérieurs ;
- f) radiographie relativement normale (en l'absence d'insuffisance cardiaque).

2.2.14 Dans l'environnement aéronautique, les patients emphysémateux sont particulièrement menacés par les changements barométriques, tandis que les patients bronchiteux sont plus susceptibles d'être affectés par l'hypoxie ambiante, bien que, comme nous l'avons dit ci-dessus, la plupart des patients atteints de BPCO présentent des caractéristiques à la fois de l'emphysème et de la bronchite. Le degré d'altération fonctionnelle dû à l'un ou à plusieurs des facteurs susmentionnés détermine si un candidat peut être jugé apte pour des fonctions aéronautiques. De plus, la plupart des patients ayant une BPCO modérée ou avancée sont traités avec des médicaments, souvent les mêmes que ceux qui sont utilisés pour l'asthme (cf. infra), et ces médications peuvent avoir des effets indésirables qui empêchent d'assumer des fonctions aéronautiques en toute sécurité.

2.2.15 Vu la baisse de la tolérance à l'environnement hypoxique, les modifications bulleuses, l'hypertension pulmonaire et les effets indésirables des traitements médicamenteux, la plupart des patients atteints de BPCO sont inaptes pour toutes les classes de certification. Une certification avec restrictions, voire, dans certains cas, sans restrictions, pourra être envisagée uniquement pour les candidats qui en sont aux premiers stades de la BPCO, sont en bonne forme physique, ne présentent pas de symptômes ou seulement des symptômes légers, ont une radiographie thoracique normale et ne fument pas.

Pneumothorax

2.2.16 La forme principale de pneumothorax spontané survient surtout chez les hommes jeunes, en bonne santé, âgés de 20 à 30 ans et elle n'est pas rare chez les pilotes. Pour évaluer les candidats ayant des antécédents récents de pneumothorax spontané, il faut tenir compte non seulement de leur guérison clinique après traitement (conservateur et/ou chirurgical), mais surtout du risque de récurrence. Les taux de première, deuxième et troisième récurrence sont importants avec les traitements conservateurs : 10 % à 60 %, 17 % à 80 % et 80 % à 100 % des cas, respectivement. Après pleurodèse chimique, le taux de récurrence est de 25 à 30 % ; après pleurodèse mécanique ou pleurectomie, le taux est de 1 à 5 %.

2.2.17 Un antécédent de pneumothorax spontané n'est pas nécessairement disqualifiant pour un candidat à une première licence s'il n'a souffert que d'un seul accès, suivi d'une guérison clinique complète, et si les examens médicaux ne révèlent aucun signe de maladies prédisposantes, telles que l'emphysème bulleux.

2.2.18 Si le candidat a subi deux accès ou davantage, le risque devrait être jugé beaucoup plus grave. En pareil cas, il convient de le déclarer inapte pendant, au minimum, les trois mois qui suivent l'intervention chirurgicale (résection cunéiforme ou pleurectomie).

2.2.19 Il est à noter que de nombreux centres thoraciques ont abandonné l'usage de la pleurodèse chimique, car il a été démontré que cette méthode entraîne un taux relativement élevé de récurrence. La décision finale devrait être prise par l'évaluateur médical sur la base d'une enquête et d'une évaluation minutieuses, conformes aux meilleures pratiques médicales.

Asthme

2.2.20 L'asthme bronchique est provoqué par l'inflammation des voies respiratoires et se caractérise par des crises aiguës récurrentes de sibilance, de toux et d'essoufflement. Entre les crises, le patient est généralement asymptomatique et a souvent une fonction pulmonaire normale.

6.3.2.11 Les candidats souffrant d'asthme provoquant des symptômes graves ou susceptible de provoquer des symptômes incapacitants pendant les opérations normales ou d'urgence seront déclarés inaptes.

6.3.2.11.1 L'usage de médicaments pour contrôler l'asthme sera disqualifiant, sauf s'il ne compromet pas la capacité du candidat à exercer avec sécurité les privilèges de sa licence et de ses qualifications.

Note.— Le Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984) contient des indications sur les risques des médicaments.

2.2.21 Les crises d'asthme, qui peuvent être provoquées par des allergènes, une infection, des efforts, une détresse émotionnelle et divers irritants, sont plus ou moins incapacitantes. Elles sont traitées avec des agents anti-inflammatoires tels que le cromoglycate, le nédocromil et des corticostéroïdes. Les bêta-agonistes, les théophyllines et l'ipratropium sont souvent utilisés mais ont de graves effets secondaires, tels que vertiges, arythmie cardiaque et effets anticholinergiques. Le cromoglycate et les inhalations de corticostéroïdes n'induisent quasi aucun effet secondaire et peuvent enrayer la maladie de façon fiable, mais des crises récurrentes peuvent encore se produire et elles peuvent être imprévisibles et incapacitantes.

2.2.22 En conséquence, les candidats asthmatiques devraient, en général, être déclarés inaptes. Toutefois, si l'évolution clinique est favorable et qu'un traitement médicamenteux n'est pas requis ou s'il est prouvé qu'un traitement avec des médicaments acceptables peut offrir un moyen fiable de prévenir les crises, une certification, avec ou sans restrictions, peut être envisagée.

Complications postopératoires de la chirurgie thoracique

2.2.23 Ces états devraient toujours être évalués individuellement, sur la base d'un examen approfondi des fonctions pulmonaires.

2.2.24 Lors de cet examen, il faut dûment tenir compte de facteurs tels que la pathologie qui a nécessité l'intervention chirurgicale, la capacité fonctionnelle résiduelle, les fonctions cardiovasculaires et le déplacement éventuel du médiastin, qui peut être aggravé par la variation de la pression durant le vol. Le pronostic général est un facteur qu'il faut avoir à l'esprit.

2.2.25 En général, une déclaration d'aptitude ne devrait pas être admise dans de tels cas dans les quatre à six mois qui suivent des interventions chirurgicales majeures. La décision aéromédicale devrait être prise par l'évaluateur médical, sur la base d'une enquête et d'une évaluation minutieuses, conformes aux meilleures pratiques médicales.

Sarcoïdose pulmonaire

2.2.26 La plupart des cas sont détectés à la lumière d'une radiographie thoracique anormale et ne présentent généralement que des symptômes respiratoires banals. La plupart des cas s'accompagnent d'un gonflement des ganglions lymphatiques hilaires et médiastinaux. Certains patients présentent des granulomes dans les poumons, responsables de modifications patentes à la radiographie. Généralement, le gonflement des ganglions diminue dans les trois ans, parfois plus vite. Chez les patients présentant des granulomes pulmonaires, le développement d'une fibrose peut entraîner une dyspnée croissante et générer des résultats anormaux aux épreuves de fonction respiratoire. Parfois, une perturbation grave des échanges gazeux peut être détectée. Chez la moitié à deux tiers des patients, la sarcoïdose pulmonaire disparaît en laissant des poumons nets à la radiographie.

2.2.27 Beaucoup de patients atteints de sarcoïdose développent une uvéite. Chez certains, des pathologies cardiaques apparaissent, tels que cardiomyopathie, arythmie et mort subite (voir le Chapitre 1 de la Partie III). Une atteinte du système nerveux central peut se manifester sous la forme de crises d'épilepsie ou de déficit neurologique. Une sarcoïdose pulmonaire extensive peut aussi engendrer un cœur pulmonaire. La sarcoïdose peut aussi se manifester au niveau de la peau, du foie, de la rate, des reins, etc.

2.2.28 Il n'existe pas de traitement connu pour la sarcoïdose. En général, le pronostic est bon, surtout si la maladie se limite aux poumons. Toutefois, la possibilité d'atteintes oculaires, cardiaques et relatives au système nerveux central impose une enquête et une évaluation minutieuses.

2.2.29 Une sarcoïdose pulmonaire évolutive implique l'inaptitude pour toutes les classes d'attestations. Les candidats peuvent être déclarés aptes pour exercer des fonctions aéronautiques lorsqu'ils sont asymptomatiques, qu'ils ont terminé leur traitement médicamenteux (en particulier la prise de stéroïdes) et que tous les résultats des tests sont normaux. La décision aéromédicale devrait être prise par l'évaluateur médical sur la base d'une enquête et d'une évaluation minutieuses, conformes aux meilleures pratiques médicales. Un bon suivi est indispensable.

RÉFÉRENCES

Organisation mondiale de la santé. *Global Tuberculosis Control : Surveillance, planning, financing*. WHO Report 2002. WHO/CDS/TB/2002.295.

——— *Global Tuberculosis Control : Surveillance, planning, financing*. WHO/HTM/TB/2007.376, March 2007.

——— *Tuberculosis and air travel : Guidelines for prevention and control*. WHO/HTM/TB/2008.399. 3rd ed., 2008.

Rayman, R.B., et al., In *Clinical Aviation Medicine*. 4th ed., Professional Publishing Group, Ltd., New York, 2006.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 3. L'APPAREIL DIGESTIF	III-3-1
3.1 Introduction	III-3-1
3.2 Gastrite	III-3-2
3.3 Ulcère gastroduodéal.....	III-3-2
Ulcère gastroduodéal non compliqué	III-3-2
Complications	III-3-2
3.4 Maladie du reflux gastro-œsophagien	III-3-3
3.5 Lithiase biliaire	III-3-4
3.6 Pancréatite	III-3-4
3.7 Côlon irritable	III-3-4
3.8 Colite ulcéreuse et maladie de Crohn.....	III-3-4
3.9 Hernie	III-3-5
3.10 Autres pathologies	III-3-5
Références	III-3-5

Chapitre 3

L'APPAREIL DIGESTIF

3.1 INTRODUCTION

3.1.1 Les chapitres d'introduction du présent manuel énoncent les principes de base de l'évaluation de l'aptitude physique et mentale des candidats à des fonctions aéronautiques.

3.1.2 Les dispositions d'ordre général du paragraphe 6.2.2 de l'Annexe 1 stipulent que le candidat sera exempt de toute anomalie, invalidité, etc. « qui entraînerait un degré d'incapacité fonctionnelle susceptible de compromettre la sécurité d'un aéronef ou d'empêcher le candidat d'exercer ses fonctions avec sécurité. »

3.1.3 En ce qui concerne l'appareil digestif, les normes minimales pour la délivrance d'une attestation médicale de classe 1 figurent aux paragraphes 6.3.2.13 à 6.3.2.14.1 de l'Annexe 1 (et aux paragraphes correspondants du Chapitre 6 pour les attestations médicales des classes 2 et 3).

6.3.2.13 Les candidats présentant une déficience fonctionnelle grave du tractus gastro-intestinal ou de ses annexes seront déclarés inaptes.

6.3.2.13.1 Les candidats n'auront aucune hernie susceptible de provoquer des symptômes incapacitants.

6.3.2.14 Les candidats qui présentent des séquelles de maladie ou d'intervention chirurgicale sur toute partie du tube digestif ou de ses annexes exposant le candidat à une incapacité en vol, notamment toute occlusion par étranglement ou compression, seront déclarés inaptes.

6.3.2.14.1 **Recommandation.**— *Il est recommandé que tout candidat ayant subi une intervention chirurgicale importante sur les voies biliaires ou le tube digestif ou ses annexes, comportant l'ablation, totale ou partielle, ou une dérivation de l'un de ces organes, soit déclaré inapte jusqu'à ce que l'évaluateur médical, en possession de tous les détails de l'opération, estime que les suites de l'opération ne sont pas susceptibles de causer une incapacité en vol.*

3.1.4 Toutefois, il est entendu qu'une certaine latitude est laissée pour l'interprétation et le jugement personnel du médecin-examineur et de l'évaluateur médical, qui devront tenir compte non seulement des facteurs médicaux, mais aussi des facteurs relatifs à l'exploitation et à l'environnement qui interviennent dans la détermination de l'aptitude médicale d'ensemble du candidat. En général, la gravité et l'importance des affections intra-abdominales aiguës ou chroniques sont très variables et, dans la plupart des cas, elles seront cause d'inaptitude tant que le candidat n'aura pas suivi un traitement approprié et/ou ne sera pas complètement guéri.

3.1.5 Conformément au paragraphe 1.2.6.1 de l'Annexe 1, tout état provoquant une douleur abdominale aiguë, d'origine intra- ou extra-abdominale, qui se manifeste pendant l'accomplissement des tâches aéronautiques, devrait être considéré comme « une diminution quelconque de l'état d'aptitude physique ». De tels états, souvent signalés, sont une cause fréquente d'incapacité soudaine en vol. Si ou quand un traitement chirurgical est nécessaire, il convient de tenir compte des dispositions du paragraphe 6.3.2.14 et de la Recommandation qui y est liée.

3.1.6 Lorsqu'il évalue l'aptitude physique d'un candidat en ce qui concerne l'appareil digestif, le médecin examineur devrait tenir spécialement compte des affections ci-après.

3.2 GASTRITE

Un facteur étiologique important, souvent rencontré chez les candidats ayant des antécédents de gastrite, est l'usage ou l'abus d'alcool ainsi que l'usage habituel, justifié ou non, d'analgésiques en vente libre, tels que l'aspirine. La prise régulière d'antiacides pour lutter contre des symptômes subjectifs de la sphère digestive peut indiquer un état pathologique sous-jacent qu'il conviendra d'explorer.

3.3 ULCÈRE GASTRODUODÉNAL

3.3.1 Bien que sa prévalence soit en baisse dans les pays occidentaux, l'ulcère gastroduodéal est un problème courant qui appelle une attention particulière dans le cadre de la délivrance des licences. Il est indispensable de procéder à un examen attentif du candidat et de faire preuve d'un bon jugement clinique pour évaluer de manière réaliste chaque cas d'espèce. Il semble toutefois approprié de donner certaines indications générales qui pourront guider les examinateurs.

Ulcère gastroduodéal non compliqué

3.3.2 Les ulcères gastriques sont beaucoup moins courants que les ulcères duodénaux. Le diagnostic repose sur les symptômes cliniques et sur la gastro-duodéno-scopie. Plus de 90 % des ulcères duodénaux sont provoqués par une infection par *Helicobacter pylori* (*H. pylori*). Il est possible de détecter la présence de *H. pylori* par des méthodes non invasives, telles qu'un dosage d'anticorps dans le sang, un dosage d'antigènes dans les selles ou le test respiratoire à l'urée marquée au carbone 14 (dans lequel le patient boit de l'urée marquée au ¹⁴C ou au ¹³C, que la bactérie métabolise en produisant du dioxyde de carbone radioactif, qui peut être détecté dans l'haleine). Toutefois, les méthodes les plus fiables pour détecter une infection par *H. pylori* sont un test rapide à l'uréase sur biopsie réalisée pendant une endoscopie, un examen histologique et une mise en culture. *H. pylori* devrait être éradiquée pour permettre la guérison de l'ulcère. Le traitement normalisé de première ligne est une semaine de « tri-thérapie » : amoxicilline, clarithromycine et un inhibiteur de la pompe à protons tel que l'oméprazole. Le métronidazole peut être utilisé à la place de l'amoxicilline chez les sujets allergiques à la pénicilline. Ce traitement des ulcères gastroduodénaux débouche souvent sur la guérison. Toutefois, la prise d'un inhibiteur de la pompe à protons devrait être poursuivie pendant au moins quatre semaines supplémentaires ou jusqu'à guérison complète de l'ulcère, ce qui peut prendre jusqu'à huit semaines et parfois plus. Si un traitement médicamenteux est requis à plusieurs reprises, une décision sur l'aptitude physique devrait reposer sur un examen approfondi, qui s'attachera particulièrement à exclure une tumeur maligne.

3.3.3 Les pilotes souffrant d'ulcères gastro-duodénaux non compliqués devraient être déclarés inaptes pour toutes les activités aéronautiques pendant toute période d'activité clinique assez grave pour justifier un traitement allant au-delà du simple régime alimentaire. Chez un candidat ayant des antécédents d'ulcère gastroduodéal non compliqué, les critères généraux d'aptitude seront la disparition de toute symptomatologie sous régime alimentaire adéquat, ainsi que la preuve endoscopique d'une cicatrisation. Les horaires de travail irréguliers et le bouleversement des habitudes alimentaires des navigants en service doivent être considérés comme des facteurs de complications.

Complications

3.3.4 Les complications les plus répandues de l'ulcère gastrique ou de l'ulcère gastroduodéal sont les suivantes : a) récidives ; b) saignement ; et c) perforation.

Récidives

3.3.5 Les candidats souffrant d'ulcères à complications (chronicité, obstruction ou hémorragie) devraient en général être déclarés inaptes à exercer des fonctions aéronautiques, sous réserve des exceptions ci-après.

3.3.6 Un candidat n'ayant connu qu'une seule récidive pourrait être déclaré apte s'il ne souffre d'aucun symptôme lorsqu'il suit un régime alimentaire normal (approprié) et s'il présente des signes cliniques de guérison. Les récidives multiples appelleront un examen et une évaluation complète, réalisés par des médecins agréés. Si un tel candidat doit subir une intervention chirurgicale et que le suivi postopératoire indique une guérison complète associée à une élimination quasi totale du risque supplémentaire lié aux complications, ce candidat pourra être considéré comme porteur d'un ulcère (gastroduodéal) sans complications, actuellement en rémission, ce qui devrait exiger les mesures indiquées ci-dessus avant le retour à des fonctions aéronautiques.

Saignement

3.3.7 Un candidat n'ayant présenté comme complication qu'un seul épisode de saignement peut être déclaré apte s'il est resté asymptomatique pendant une période d'observation d'une durée raisonnable (au moins huit semaines), si aucun médicament n'est requis et s'il présente la preuve endoscopique d'une cicatrisation. Après des épisodes récidivants de saignement, une évaluation d'aptitude devrait être faite par l'évaluateur médical sur la base d'un examen approfondi. L'attestation médicale devrait normalement être limitée à une période de six mois de validité durant les trois ans suivant un épisode de saignement. En ce qui concerne le suivi, chaque cas devrait être pris en compte individuellement et pourrait nécessiter des examens révisionnels ou de nouvelles évaluations médicales à intervalles plus rapprochés que ceux qui sont mentionnés ci-dessus (à savoir tous les deux ou trois mois). À l'issue de chaque examen révisionnel, un exposé du médecin traitant sur l'état actuel de l'affection devrait être adressé au service de délivrance des licences, pour évaluation par l'évaluateur médical.

Perforation

3.3.8 Il convient de procéder à une évaluation individuelle des cas de perforation. Le traitement principal, si techniquement possible, est toujours une simple procédure locale, telle que la suture en bourse. Cette intervention doit être suivie de l'éradication de *H. pylori*. Il est rare qu'une gastrectomie soit requise.

3.3.9 Les candidats traités chirurgicalement peuvent être déclarés aptes s'ils présentent la preuve endoscopique d'une cicatrisation et ne présentent aucun symptôme subjectif pendant l'exercice de leurs fonctions aéronautiques.

3.4 MALADIE DU REFLUX GASTRO-ŒSOPHAGIEN

3.4.1 Le reflux gastro-œsophagien (RGO) est une maladie courante dans laquelle le contenu gastrique acide remonte dans l'œsophage. Les principaux symptômes du RGO non compliqué sont des aigreurs, la régurgitation et la nausée. Cette pathologie est chronique ; une fois qu'elle commence, elle se maintient généralement tout au long de la vie. Le diagnostic est établi par œsophago-gastro-duodénoscopie, pH-métrie œsophagienne et manométrie. Le traitement comprend des antiacides, des pansements gastriques, des antihistaminiques H2, des agents prokinétiques, des agents cytoprotecteurs et des inhibiteurs de la pompe à protons. Certains patients devront subir un traitement chirurgical (fundoplication). Un traitement d'entretien à long terme peut être nécessaire chez beaucoup de patients. De plus, cette pathologie exige des modifications du mode de vie, et surtout du régime alimentaire, ce qui peut être peu pratique pour les pilotes.

3.4.2 Une certification médicale d'aptitude pourra être envisagée si la fréquence et l'intensité des épisodes sont faibles, s'il n'y a pas de complications telles que l'œsophagite, l'ulcère œsophagien, une sténose, des saignements et un endobrachyœsophage ou œsophage de Barrett¹ et si les médicaments prescrits n'induisent pas d'effets secondaires importants.

3.5 LITHIASE BILIAIRE

3.5.1 Les candidats porteurs d'un calcul biliaire isolé, asymptomatique, de fort volume, n'ont pas nécessairement besoin d'un traitement spécial et peuvent être évalués comme aptes.

3.5.2 Toutefois, les troubles fonctionnels de la vésicule biliaire provoqués par de petits calculs asymptomatiques multiples peuvent provoquer des coliques et, éventuellement, l'incapacité ; ils sont disqualifiants tant que le candidat n'a pas reçu le traitement adéquat.

3.6 PANCRÉATITE

3.6.1 À moins qu'elle ne soit très bénigne, la pancréatite est disqualifiante pour les fonctions aéronautiques.

3.6.2 Il convient toujours de déterminer si la maladie n'a pas été provoquée par un abus d'alcool. Tout candidat ayant des antécédents de pancréatite devrait faire l'objet d'une évaluation individuelle et la décision aéromédicale devrait être prise en consultation avec l'évaluateur médical et être basée sur des investigations et une évaluation approfondies, conformes aux meilleures pratiques médicales. Un bon suivi est indispensable.

3.7 CÔLON IRRITABLE

3.7.1 Cette pathologie n'est pas rare parmi le personnel aéronautique. Elle peut être aggravée par le changement de conditions environnementales et de conditions de travail, par ex. en fonction des routes exploitées, et pourrait mener à une incapacité de gravité variable.

3.7.2 Cette pathologie devrait généralement être disqualifiante si des médicaments sont nécessaires pour maîtriser les symptômes. Souvent elle peut être enrayée par un régime riche en fibres, fruits et légumes. Si les symptômes sont légers et que la prise régulière de médicaments psychotropes ou cholinergiques n'est pas nécessaire, elle peut ne pas être disqualifiante.

3.8 COLITE ULCÉREUSE ET MALADIE DE CROHN

3.8.1 Les principaux symptômes de la colite ulcéreuse sont des douleurs abdominales, des diarrhées sanglantes et une perte de poids. L'évolution de la maladie se caractérise par des exacerbations fréquentes et beaucoup de complications, souvent sévères, telles que l'anémie et une fréquence élevée de carcinome du côlon. Le traitement médicamenteux est souvent peu satisfaisant et beaucoup de patients devront être opérés (colectomie). La maladie de Crohn est généralement plus sévère et dégrade la qualité de vie de la plupart des patients, et ce quel que soit le traitement.

1 Œsophage de Barrett : ulcère du bas de l'œsophage, souvent avec sténose et parfois précancéreux, suivi d'un adénocarcinome œsophagien. Du nom de Norman R. Barrett, chirurgien anglais (1903-1979).

3.8.2 Ces deux pathologies sont généralement disqualifiantes, bien qu'en de rares cas, lorsque les symptômes sont légers et peu fréquents et qu'un traitement au long cours n'est pas requis, l'intéressé puisse être considéré apte, moyennant une étroite surveillance.

3.9 HERNIE

3.9.1 Lorsqu'il évalue un candidat qui souffre d'une hernie, le médecin-examineur ne doit pas perdre de vue que si certaines hernies peuvent très bien ne pas provoquer de symptômes aigus, d'autres peuvent causer une incarceration ou une strangulation, ce qui risque de compromettre la sécurité du vol.

3.9.2 Avant de le déclarer apte, le médecin-examineur devrait s'assurer que le candidat est complètement exempt de ces derniers types d'hernie.

3.9.3 Pour l'évaluation des hernies inguinales, il convient de faire une distinction entre la présence d'un simple orifice herniaire et celle d'un sac herniaire. La présence d'un orifice herniaire, en elle-même, ne devrait pas être considérée comme disqualifiante pour des fonctions aéronautiques. Cependant, si un candidat en est atteint, il faudrait l'envoyer consulter un chirurgien.

3.10 AUTRES PATHOLOGIES

La maladie pilonidale et les hémorroïdes sont des pathologies courantes. Elles sont généralement bénignes et donnent rarement lieu à des problèmes de certification.

RÉFÉRENCES

Marks, Jay W., *Gastroesophageal reflux disease*.

Available from http://www.medicinenet.com/gastroesophageal_reflux_disease_gerd/article.htm

Rayman, R.B., et al., In *Clinical Aviation Medicine*. 4th ed., Professional Publishing Group, Ltd., New York, 2006.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 4. MALADIES ENDOCRINIENNES, DE LA NUTRITION ET DU MÉTABOLISME.....	III-4-1
4.1 Introduction	III-4-1
4.2 Le système endocrinien.....	III-4-1
4.3 Maladies de la thyroïde	III-4-1
Hyperthyroïdie — Thyrotoxicose	III-4-2
Hypothyroïdie	III-4-3
4.4 Maladies de l'hypophyse	III-4-4
4.5 Maladies de l'antéhypophyse	III-4-5
Insuffisance antéhypophysaire	III-4-5
Hyperfonctionnement antéhypophysaire	III-4-6
4.6 Syndromes cliniques spécifiques	III-4-6
Surproduction de l'hormone de croissance (HCH)	III-4-6
Surproduction de prolactine.....	III-4-7
Surproduction de corticotrophine (ACTH).....	III-4-9
L'hypophyse postérieure (neurohypophyse).....	III-4-10
4.7 Diabète insipide	III-4-11
4.8 Les surrénales	III-4-12
4.9 Maladies du cortex surrénal	III-4-12
Maladie d'Addison (insuffisance surrénalienne primaire)	III-4-12
Syndrome de Conn	III-4-13
4.10 Médullosurrénales.....	III-4-14
Pheochromocytome.....	III-4-14
4.11 Diabète sucré.....	III-4-16
4.12 Maladie cardiovasculaire	III-4-19
4.13 Néphropathie	III-4-20
4.14 Problèmes oculaires	III-4-20
4.15 Hypoglycémie	III-4-20
Diabète de type 1	III-4-21
Diabète de type 2	III-4-21
Considérations aéromédicales	III-4-22
4.16 Critères d'une maîtrise satisfaisante pour l'exercice de fonctions aéronautiques	III-4-23
 Appendice. Évaluation des candidats atteints de diabète de type 2 sous insulinothérapie en vertu des dispositions de la norme 1.2.4.9 (« Norme de latitude d'application »).....	 III-4-25
 Références	 III-4-33

Chapitre 4

MALADIES ENDOCRINIENNES, DE LA NUTRITION ET DU MÉTABOLISME

4.1 INTRODUCTION

4.1.1 Les chapitres d'introduction du présent manuel énoncent les principes de base de l'évaluation de l'aptitude médicale des candidats à des fonctions aéronautiques.

4.1.2 Les dispositions d'ordre général du paragraphe 6.2.2 de l'Annexe 1 stipulent que le candidat doit être exempt de toute anomalie, invalidité, etc. « qui entraînerait un degré d'incapacité fonctionnelle susceptible de compromettre la sécurité d'un aéronef ou d'empêcher le candidat d'exercer ses fonctions avec sécurité. »

4.1.3 Les dispositions du paragraphe 6.3.2.15 de l'Annexe 1 (qui s'appliquent à la classe 1, mais sont répétées pour les classes 2 et 3) stipulent que « les troubles du métabolisme, de la nutrition et des glandes endocrines qui risquent d'empêcher le candidat d'exercer avec sécurité les privilèges de sa licence et de ses qualifications entraîneront l'inaptitude ».

4.2 LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

4.2.1 Le système endocrinien est contrôlé par l'hypothalamus, lui-même soumis aux influx de régulation émis par d'autres parties du cerveau, en particulier par le système limbique. Plusieurs hormones produites par l'hypothalamus incitent l'antéhypophyse (adénohypophyse) à sécréter des hormones stimulatrices qui agissent sur des organes cibles spécifiques. Les hormones produites ensuite par ces organes cibles agissent comme un système complexe de rétrocontrôle pour empêcher une nouvelle production hormonale.

4.2.2 Dans un environnement homéostatique aussi bien ajusté, toute perturbation de la sécrétion de l'hormone stimulatrice ou de l'hormone produite par l'organe cible lui-même engendre une maladie clinique.

4.2.3 Chez les pilotes, la question la plus importante que doit se poser le médecin-examineur est de savoir si cette maladie ou son traitement est de nature à affecter la performance.

4.3 MALADIES DE LA THYROÏDE

4.3.1 La sécrétion de triiodothyronine (T3) et de thyroxine (T4) par la glande thyroïde est stimulée par la thyroïdostimuline (TSH), qui est sécrétée par l'hypophyse en réponse à l'hormone thyroïdienne produite par l'hypothalamus. Un mécanisme de rétro-contrôle négatif des hormones de la thyroïde sur la thyroïdostimuline garantit l'homéostasie. Il va de soi que tout bouleversement de ce mécanisme peut entraîner une hypo- ou une hyperactivité de la glande thyroïde.

Hyperthyroïdie — Thyrotoxicose

4.3.2 La thyrotoxicose est courante, avec une prévalence de 1 à 2 % chez les femmes dans les pays qui ne connaissent pas de déficit en iode ; chez les hommes, la prévalence est 5 à 10 fois moindre. La cause la plus courante est une maladie auto-immune de la thyroïde (maladie de Graves¹ ou de Basedow²). Il est plus rare que la thyrotoxicose soit provoquée par un goitre multinodulaire ou par un nodule unique autonome (adénome toxique).

4.3.3 La maladie de Graves résulte de la stimulation des récepteurs à la TSH des cellules thyroïdiennes folliculaires par des anticorps anti-TSH de la classe des IgG. Des facteurs génétiques peuvent jouer un rôle via l'association de divers antigènes HLA-DR (antigènes des leucocytes humains), surtout des HLA-DR3, bien qu'il n'ait pas été démontré qu'un gène spécifique confère une forte prédisposition à cette maladie.

Signes cliniques

4.3.4 Les symptômes classiques sont une intolérance à la chaleur, la transpiration et une perte de poids malgré un appétit accru. Les patients peuvent être anxieux et irritables et sont souvent déprimés. Chez les femmes, des troubles menstruels sont courants. Les palpitations sont des symptômes fréquents et les sujets âgés peuvent développer une fibrillation atriale. Un goitre (struma) peut être présent et un frémissement ou un bourdonnement peut être perceptible sur la glande. Les signes cliniques indiquent une sensibilité accrue aux catécholamines circulantes. Il peut y avoir une rétraction palpébrale supérieure, qui donne une apparence hébétée, et des troubles de la personnalité parfois marqués.

4.3.5 Des symptômes oculaires légers avec exophtalmie font partie intégrante du syndrome clinique de la maladie de Graves. Toutefois, une ophtalmopathie sévère se produit dans 25 à 50 % des cas, avec une exophtalmie marquée, une ophtalmoplégie, un chémosis et une pression rétro-orbitale croissante, qui peut mener à un œdème papillaire ou à une atrophie optique avec perte de vision (exophtalmie maligne). Ces signes oculaires sévères accompagnent habituellement le tableau général de l'hyperthyroïdie, mais peuvent survenir après que le patient a été traité et est devenu euthyroïdien.

Investigation de la thyrotoxicose

4.3.6 Un dosage radio-immunologique de la TSH, de la T3 et de la T4 en laboratoire a simplifié le diagnostic biochimique. Le taux de TSH est faible ou non détectable et les taux de T3 et T4 sont élevés. Le taux de T3 peut augmenter avant celui de T4, ce qui rend possible un diagnostic précoce.

4.3.7 En présence d'un goitre nodulaire, des techniques d'imagerie peuvent être utiles, avec des scintigraphies réalisées au pertechnétate marqué (99mTc).

Prise en charge de la thyrotoxicose

4.3.8 Il existe trois formes de traitement de l'hyperthyroïdie : médical, à l'iode radioactif et chirurgical.

- a) *Traitement médicamenteux.* Les principaux antithyroïdiens sont des dérivés de thio-urée. Le Royaume-Uni utilise beaucoup le carbimazole, les États-Unis, le propylthiouracile et le méthimazole. Le traitement se poursuit généralement pendant 12 à 18 mois ; le taux de récurrence est élevé.

Les bêta-bloquants (par ex. le propranolol) sont utiles pour soulager les symptômes durant le premier et le deuxième mois, jusqu'à ce qu'un traitement définitif rende le patient euthyroïdien.

1 Maladie de Graves : goitre toxique diffus, du nom de Robert James Graves, médecin irlandais (1796-1853).

2 Maladie de Basedow : même maladie mais désignée d'après le nom de Karl Adolf von Basedow, médecin allemand (1799-1854).

- b) *Traitement chirurgical.* Ce type de chirurgie ne se pratique que dans des centres spécialisés ; les indications varient et la préférence du patient peut influencer la décision. Les problèmes potentiels incluent un traumatisme du nerf laryngé récurrent, des dommages aux glandes parathyroïdes et une hypothyroïdie tardive.
- c) *Iode radioactif.* Dans beaucoup de centres, c'est maintenant le traitement privilégié pour les goitres multinodulaires toxiques ; cette technique est de plus en plus utilisée pour la maladie de Graves et pour le nodule chaud unique. De nombreux protocoles sont en usage et tous admettent que le patient deviendra hypothyroïdien et aura donc besoin de prendre de la thyroxine à vie.

Conséquences opérationnelles

4.3.9 Une thyrotoxicose patente est manifestement incompatible avec l'exercice de fonctions aéronautiques jusqu'à établissement d'une euthyroïdie stable et réception d'un rapport satisfaisant de l'endocrinologue.

Considérations aéromédicales

4.3.10 Pour des candidats atteints d'hyperthyroïdie, la délivrance d'une attestation médicale de quelque classe que ce soit peut être envisagée s'ils sont euthyroïdiens depuis au moins deux mois. L'usage continu d'antithyroïdiens est généralement bien toléré ; les effets secondaires sont rares et ne devraient pas constituer une cause d'exclusion de fonctions sensibles en termes de sécurité. L'attestation médicale devrait être conditionnée à un suivi tout au long de la vie par un endocrinologue, pour garantir l'absence de récurrence d'hyperthyroïdie et de déclenchement insidieux d'une hypothyroïdie tardive.

Hypothyroïdie

4.3.11 Le déclenchement d'une hypothyroïdie à l'âge adulte est presque toujours dû à une maladie auto-immune de la thyroïde ou à un traitement antérieur d'une hyperthyroïdie. Il s'agit d'une affection courante, qui touche 1 % de la population. Des données montrent que 4 % des plus de 60 ans sont sous traitement à long terme à la thyroxine. L'hypothyroïdie peut être plus rarement causée par une insuffisance de la sécrétion hypothalamique de TRH ou de la sécrétion hypophysaire de TSH.

4.3.12 L'hypothyroïdie est plus courante chez les femmes, la prévalence chez les hommes étant 5 à 10 fois plus faible.

Signes cliniques

4.3.13 Le déclenchement est graduel et, souvent, il faut un certain temps avant que le diagnostic ne soit posé. Voici les principaux signes et symptômes :

- a) léthargie, prise de poids, intolérance au froid, lenteur de la réflexion, constipation ;
- b) visage bouffi, sécheresse de la peau, enrouement, lenteur des réflexes au niveau de la cheville ;
- c) anémie macrocytaire, hypercholestérolémie ;
- d) les complications (relativement rares) peuvent inclure épanchement péricardique, hypertension, psychose ;
- e) coma.

4.3.14 Il peut y avoir d'autres maladies auto-immunes associées, par ex. la maladie cœliaque et l'anémie pernicieuse. Le but est de diagnostiquer la pathologie tôt, avant que ne se développe un myxoœdème patent avec complications.

4.3.15 Le taux de TSH est élevé et le taux de T4 libre est faible. Le taux de T3 sérique peut rester normal pendant une période considérable. Si la cause est la thyroïdite de Hashimoto³, on peut mettre en évidence des anticorps anti-récepteurs de la TSH et des anticorps anti-thyroperoxydase. L'ECG peut révéler des modifications non spécifiques du segment ST et de l'onde T, ainsi que des complexes à faible potentiel dans des cas extrêmes.

Prise en charge

4.3.16 Avant de commencer un traitement, il est important de s'assurer que le patient n'est pas atteint d'une insuffisance hypophysaire ou surrénale. À cette fin, il convient de vérifier les taux d'ACTH.

4.3.17 Une fois le diagnostic posé, la maladie se traite à la thyroxine. Il est courant de commencer par de faibles doses de 50µg par jour (ou 25 µg/jour chez les sujets âgés ou ceux qui présentent des troubles cardiaques) et d'augmenter progressivement les doses toutes les 2 à 3 semaines jusqu'à atteindre la dose correcte d'entretien, telle qu'indiquée par un taux normal de TSH. Une dose d'entretien normale se situe entre 100 et 150 µg par jour.

4.3.18 La thyroxine doit être prise en une dose quotidienne car sa demi-vie plasmatique est d'environ sept jours. Les patients devraient être suivis à vie, pour garantir le respect du traitement.

Conséquences opérationnelles

4.3.19 Une hypothyroïdie manifeste est clairement incompatible avec l'exercice de fonctions aéronautiques et le refus de l'attestation médicale sera probablement maintenu pendant 3 à 4 mois.

Considérations aéromédicales

4.3.20 La délivrance d'une attestation médicale de quelque classe que ce soit peut être envisagée à condition que les candidats restent euthyroïdiens. Cette attestation devrait être subordonnée à un contrôle régulier par un endocrinologue.

4.3.21 Beaucoup d'endocrinologues utilisent des rappels informatisés pour assurer le suivi et le respect du traitement. Le respect du traitement dans la durée pose un problème considérable, beaucoup de patients cessant de prendre les médicaments une fois qu'ils sont euthyroïdiens, parce qu'ils se sentent bien. L'apparition insidieuse d'une hypothyroïdie n'est pas nécessairement perçue par le patient ou son ou ses collaborateurs ; or, toute baisse de performance a des conséquences évidentes dans l'environnement aéronautique.

4.4 MALADIES DE L'HYPOPHYSE

Une large gamme de maladies peuvent affecter l'hypophyse et, comme dans le cas d'autres organes endocriniens, entraîner une sur- ou une sous-activité de la glande.

3 Thyroïdite de Hashimoto : thyroïdite lymphocytaire chronique auto-immune — infiltration diffuse de la glande thyroïde par des lymphocytes, ce qui entraîne un goitre diffus avec destruction progressive du parenchyme et hypothyroïdie. Du nom de Hakaru Hashimoto, chirurgien japonais (1881-1934).

4.5 MALADIES DE L'ANTÉHYPOPHYSE

Insuffisance antéhypophysaire

4.5.1 L'insuffisance hypophysaire peut être partielle ou totale et peut être provoquée par une maladie de l'hypophyse ou de l'hypothalamus qui entraîne une déficience hormonale. Les manifestations cliniques peuvent varier en fonction de l'ampleur et de la gravité de la déficience en hormones hypophysaires. Ainsi, un individu peut présenter *in extremis* une insuffisance aiguë des surrénales ou une hypothyroïdie profonde ou des symptômes plutôt non spécifiques tels que la fatigue ou un sentiment de malaise, qui pourraient être erronément qualifiés de syndrome du décalage horaire ou de fatigue du navigant.

4.5.2 La cause la plus courante de l'insuffisance hypophysaire est une tumeur de l'hypophyse, mais il existe d'autres causes infiltratives et vasculaires.

Signes cliniques

4.5.3 L'apparition d'une tumeur peut provoquer des effets de pression locaux, les principaux symptômes étant des maux de tête et des troubles du champ visuel. La lacune du champ visuel classique est une hémianopsie bitemporale dans le quadrant supérieur si la tumeur se situe sous le chiasma optique. Dans de rares cas, la pression sur le troisième ventricule peut provoquer un syndrome de type Korsakoff, qui peut ressembler à un problème d'alcoolisme. Une ophtalmoscopie peut révéler une atrophie optique précoce.

4.5.4 D'autres signes cliniques dépendent de l'âge auquel la maladie se déclenche, mais seule la maladie chez l'adulte présente un intérêt sur le plan aéromédical. Les patients présentent des symptômes peu spécifiques. Ils peuvent paraître pâles sans être anémiques, avoir la peau cireuse mais sans l'apparence myxœdémateuse classique, avoir une intolérance au froid. La pression artérielle en position couchée peut être normale, mais une hypotension orthostatique peut être présente. Les femmes souffrent d'aménorrhée et les hommes peuvent avoir une perte de libido. Une crise aiguë d'insuffisance hypophysaire peut imiter un abdomen aigu ou une forme atypique de mal de décompression. Les patients peuvent devenir hypoglycémiques mais sans symptômes classiques, vu le manque de réponse du système sympathique, de sorte qu'ils peuvent sombrer dans le coma. Ils développent une hyponatrémie, qui peut aussi engendrer un coma. Des tests biochimiques adéquats sont donc requis pour l'évaluation de ces sujets.

Diagnostic

4.5.5 Une description détaillée des tests dynamiques utilisés n'a pas sa place dans le présent manuel, mais le principe de base est un dosage des hormones stimulatrices pertinentes et des taux de cortisol, qui seront faibles.

Traitement

4.5.6 Le sujet est traité pour combler les lacunes documentées, généralement avec de l'hydrocortisone à raison de 20 mg le matin et 10 mg l'après-midi (ou de l'acétate de cortisone à 25 mg + 12,5 mg) pour simuler le rythme circadien normal. De la thyroxine peut être requise ou non, en fonction des examens biochimiques. L'insuffisance hypophysaire peut être traitée et le patient devrait être en mesure d'assumer des activités normales tant qu'il respecte scrupuleusement une hormonothérapie adéquate. Une fois le traitement approprié déterminé avec l'appui adéquat du laboratoire, les doses doivent rarement être modifiées, sauf en cas d'augmentation de la dose de glucocorticoïdes (généralement doublée) pendant une maladie intercurrente. Même après stabilisation du traitement adéquat, un suivi à vie par un endocrinologue est requis.

Conséquences opérationnelles

4.5.7 L'insuffisance hypophysaire manifeste est clairement incompatible avec l'exercice de fonctions aéronautiques.

Considérations aéromédicales

4.5.8 Si le candidat est panhypopituitaire avec polythérapie de substitution, il ne pourra normalement pas être déclaré apte. La possibilité que les médicaments de remplacement ne soient pas pris de façon constante et appropriée et le risque d'épisodes de maladie survenant loin d'une aide spécialisée ont des conséquences évidentes.

Hyperfonctionnement antéhypophysaire

4.5.9 La plupart des syndromes de l'hyperfonctionnement sont dus à des tumeurs de l'hypophyse. Le type de syndrome dépendra de la partie de l'hypophyse concernée. Les tumeurs sont pour la plupart des néoplasmes épithéliaux bénins, qui résultent de la mutation et de l'expansion subséquente de cellules parenchymateuses adénohypophysaires. Elles sont responsables de 10 à 15 % des néoplasmes intracrâniens et 75 % d'entre elles sécrètent des quantités inappropriées d'hormones hypophysaires. La présence de cellules résiduelles dans les structures parasellaires après traitement peut expliquer des récives locales, mais la diffusion de métastases et une invasion directe des structures environnantes sont rares.

4.5.10 La majorité des patients atteints d'adénomes de l'hypophyse présentent des signes et symptômes d'hypersécrétion hormonale, des lacunes du champ visuel et des maux de tête, soit seuls, soit combinés.

4.5.11 Le diagnostic est généralement clair, compte tenu des antécédents et de l'examen médical, mais il devrait être confirmé par une imagerie de l'hypophyse (tomographie et IRM) et des dosages hormonaux spécifiques.

4.6 SYNDROMES CLINIQUES SPÉCIFIQUES

Surproduction de l'hormone de croissance (HCH)

Étiologie et pathogenèse

4.6.1 L'hypersécrétion de la HCH par une tumeur à cellules éosinophiles de l'hypophyse engendre une acromégalie chez l'adulte.

Signes cliniques

4.6.2 Le diagnostic repose sur les caractéristiques cliniques classiques :

- a) traits grossiers du visage ;
- b) hypertrophie des mâchoires et malocclusion ;
- c) hypertrichose ;
- d) fatigue, faiblesse et somnolence ;
- e) syndrome du canal carpien ;
- f) éventuelle hypertension avec ou sans cardiomégalie ;
- g) mauvaise tolérance au glucose.

Investigation

4.6.3 Le diagnostic est confirmé par les concentrations basales accrues en hormone de croissance à au moins deux occasions ($> 5\text{mU/L}$ ou $2,5\text{ ng/mL}$), en particulier avec une concentration accrue du facteur de croissance insulinoïde 1. Des cas limites peuvent requérir un test de tolérance au glucose qui, chez l'individu normal, réduira la concentration en hormone de croissance à des taux sous les 2 mU/L .

Examen radiologique

4.6.4 Dans 90 % des cas, une radiographie du crâne de profil montre un agrandissement de la fosse hypophysaire, avec ou sans érosion des processus clinoides.

Traitement

4.6.5 Une chirurgie transphénoïdale réduit l'hormone de croissance circulante chez 60 % des patients, mais elle ne parvient pas toujours à rétablir des taux normaux de sécrétion pulsatile de l'hormone de croissance. La radiothérapie seule entraîne une baisse annuelle de l'hormone de croissance d'environ 20 %, une diminution des maux de tête de plus de 75 % chez les patients et une réduction du risque de nouvelle perte de vision due à l'expansion de la tumeur. Dans beaucoup de centres, la radiothérapie offre des résultats similaires à ceux de la chirurgie, mais il faut parfois jusqu'à quatre ans pour que les taux d'hormone de croissance retombent sous les 2 mU/L dans un test de la tolérance au glucose. Chez 50 % des patients, les taux d'hormone de croissance restent élevés dix ans après l'intervention chirurgicale et, à long terme, une insuffisance hypophysaire peut apparaître.

4.6.6 La bromocriptine peut réduire les taux d'hormone de croissance dans environ 75 % des cas légers, mais rarement sous les 10 mU/L . Toutefois, elle peut provoquer des nausées, des vomissements et une hypotension orthostatique. Les analogues de la somatostatine (p. ex. l'octréotide) ont remplacé les agonistes de la dopamine comme traitement médical de première ligne pour les adénomes somatotropes. Ils sont administrés en injection deux ou trois fois par jour. Ils réduisent l'hormone de croissance circulante chez plus de 80 % des patients, mais des cas de calculs biliaires ont été documentés dans des traitements de longue durée.

Conséquences opérationnelles

4.6.7 Un candidat présentant un excès symptomatique d'hormone de croissance dû à une tumeur est inapte à l'exercice de toutes fonctions aéronautiques.

Considérations aéromédicales

4.6.8 Après traitement, le sujet doit subir un examen minutieux pour évaluer l'efficacité de ce traitement.

4.6.9 Il faudra probablement refuser la certification médicale aux sujets ayant d'importantes modifications physiques qui ne régressent pas. Un contrôle ophtalmique et endocrinien par des spécialistes serait requis avant toute évaluation par le service de médecine aéronautique.

Surproduction de prolactine

4.6.10 Les prolactinomes sont les adénomes hypophysaires fonctionnels les plus courants et comptent pour environ 25 % des adénomes hypophysaires asymptomatiques diagnostiqués lors d'examens post mortem.

Symptômes et signes

4.6.11 Les symptômes classiques de l'hyperprolactinémie chez la femme sont :

- a) aménorrhée, oligoménorrhée ou stérilité ;
- b) galactorrhée ;
- c) baisse de la libido ;
- d) sécheresse vaginale/dyspareunie ;
- e) ménarche tardive.

4.6.12 Bien que moins courante, l'hyperprolactinémie se traduit chez l'homme par les signes suivants :

- a) baisse de la libido ;
- b) impuissance ;
- c) galactorrhée ;
- d) diminution de la pilosité corporelle et faciale ;
- e) testicules petits et mous ;
- f) apathie ;
- g) prise de poids.

4.6.13 Le diagnostic est confirmé par l'augmentation des taux de prolactine. Un taux de prolactine > 5000 mU/L suggère la présence d'un prolactinome, tandis qu'un taux < 2500 mU/L est plus probablement le résultat d'une compression de la tige hypophysaire par un adénome inactif.

4.6.14 Des examens radiologiques de la fosse hypophysaire devraient être entrepris pour rechercher toute altération de la selle turcique.

Traitement

4.6.15 La bromocriptine, agoniste de la dopamine, réduit la galactorrhée, rétablit les menstruations, ramène la prolactine sérique à des taux normaux chez la majorité des patients, et améliore le champ visuel dans environ 75 % des cas. Bien que très efficace, ce médicament a des effets secondaires (nausées, vomissements, fatigue et modifications de l'humeur) qui peuvent obliger à limiter les doses. Il est possible de réduire le profil d'effets secondaires en commençant par la prise d'une faible dose au coucher. Si les symptômes persistent, les nouveaux agonistes de la dopamine, tels que la cabergoline, peuvent être utilisés. Bien qu'il n'y ait aucune preuve de tératogénicité, la plupart des médecins arrêtent la bromocriptine lorsqu'une grossesse est diagnostiquée et surveillent de près les champs visuels. Un traitement à long terme à la bromocriptine ou avec un autre agoniste constitue l'approche la plus courante pour les microprolactinomes. Dans certains centres disposant de bonnes installations de neurochirurgie, une chirurgie transphénoïdale est le traitement de choix, bien que la majorité des services d'endocrinologie préconisent généralement la chirurgie uniquement chez les patients qui ne tolèrent pas les agonistes de la dopamine ou dont la tumeur ne répond pas à ces médicaments. La micro-neurochirurgie présente toutefois l'avantage d'être curative. Comme la chirurgie des macro-adénomes est rarement

curative et risque d'induire une insuffisance hypophysaire, les agonistes de la dopamine sont le traitement de choix pour le groupe de patients atteints de macro-adénomes.

Conséquences opérationnelles

4.6.16 Un candidat atteint d'une tumeur hypophysaire évolutive, avec ou sans élargissement de la selle turcique, est inapte pour toutes les fonctions aéronautiques.

Considérations aéromédicales

4.6.17 Un candidat qui prend des médicaments de façon ininterrompue ou qui a subi une intervention chirurgicale réussie peut être pris en considération pour une certification médicale après un délai de trois mois, à condition d'être suivi de près par un spécialiste de la médecine aéronautique et par un endocrinologue et, en cas de problèmes visuels, par un ophtalmologue.

4.6.18 Compte tenu de l'expérience acquise à ce jour, le traitement à la bromocriptine devra probablement être poursuivi pendant toute la vie.

Surproduction de corticotrophine (ACTH)

4.6.19 Une surproduction d'ACTH — généralement provoquée par un micro-adénome de l'hypophyse — peut entraîner le syndrome de Cushing⁴, causé par une hyperstimulation du cortex surrénal induisant une sécrétion excessive, principalement de cortisol.

Symptômes et signes

4.6.20 Les signes typiques d'une production excessive de cortisol sont :

- a) prise de poids et obésité androïde ;
- b) faciès de lune ;
- c) faciès pléthorique ;
- d) irrégularité des menstrues ;
- e) hirsutisme ;
- f) amincissement de la peau, qui se blesse facilement ;
- g) dépression et psychose ;
- h) stries pourpres ;
- i) myopathie proximale ;

4 Syndrome de Cushing : Hypercortisolisme provoqué par un néoplasme du cortex surrénal ou un adénome de l'hypophyse ou par une prise excessive de glucocorticoïdes. Du nom de Harvey Williams Cushing, chirurgien américain (1869-1939).

- j) œdème ;
- k) diabète sucré.

Diagnostic

4.6.21 La technique de dépistage du syndrome de Cushing la plus aisée est le dosage du cortisol libre urinaire. Les dosages varient d'un laboratoire à l'autre mais, dans le syndrome de Cushing, la concentration est généralement > 275 nmol/24 heures. Si cette concentration est anormale, le test de freinage à la dexaméthasone peut être intéressant. Si la dexaméthasone induit un freinage de la production de cortisol on peut penser à une maladie hypophysaire, tandis qu'une absence totale de freinage suggère une maladie primaire des surrénales ou une production ectopique d'ACTH par une tumeur, p. ex. un carcinome bronchogénique à petites cellules. En cas de doute, il peut être utile de pratiquer des tests complémentaires en utilisant la réponse à la corticolibérine exogène.

Traitement

4.6.22 L'ablation de l'hypophyse par voie transphénoïdale est le traitement de première ligne pour la maladie de Cushing⁵ lorsque celle-ci est provoquée par un micro-adénome ; cette technique est curative dans plus de 80 % des cas. Pour les autres, on procède à une irradiation de l'hypophyse, afin de prévenir un syndrome de Nelson⁶.

4.6.23 L'ablation des deux glandes surrénales reste un traitement utile pour les patients non guéris par l'ablation de l'hypophyse, mais il faut procéder à une irradiation de l'hypophyse pour limiter le développement du syndrome de Nelson. La radiothérapie à elle seule s'est révélée curative chez environ 40 % des patients de plus de 18 ans et chez quelque 80 % des moins de 18 ans. La pharmacothérapie est d'une utilité limitée dans la maladie de Cushing. Le médicament le plus utilisé est la métyrapone, qui bloque le 11-désoxycortisol dans les surrénales. Il induit des effets secondaires tels que nausées, œdème, somnolence et hypertension. Il est utile pour stabiliser les sécrétions surrénales chez les patients avant une intervention chirurgicale. D'autres médicaments, tels que le kétoconazole, la cyproheptadine et l'aminoglutéthimide n'ont qu'une utilité limitée.

Conséquences opérationnelles

4.6.24 Les individus atteints d'une maladie de Cushing évolutive sont inaptes et le resteront jusqu'à ce que les sécrétions hormonales retrouvent des niveaux normaux.

Considérations aéromédicales

4.6.25 Après traitement adéquat, il faut parfois six mois, voire plus, pour que les symptômes et signes diminuent, de sorte que la certification médicale devrait être refusée pendant un an. La décision de certification peut dépendre d'un rapport satisfaisant d'un endocrinologue et d'une surveillance constante par celui-ci. Un renouvellement de la certification dans quelque catégorie que ce soit est possible, mais une surveillance continue avec des rapports réguliers de l'endocrinologue doit être obligatoire.

L'hypophyse postérieure (neurohypophyse)

4.6.26 Le lobe postérieur de l'hypophyse se compose principalement des prolongements terminaux des neurones qui partent de l'aire pré-optique de l'hypothalamus. L'hypophyse postérieure sécrète deux hormones peptidiques

5 La maladie de Cushing est un terme appliqué au syndrome de Cushing lorsque celui-ci est d'origine hypophysaire.

6 Syndrome de Nelson : hyperpigmentation, concentrations excessives d'ACTH et croissance de l'hypophyse. Du nom de Donald H. Nelson, interniste américain (1925-).

principales : la vasopressine (hormone antidiurétique — ADH) et l'oxytocine, ainsi que leurs protéines porteuses (neurophysines).

4.7 DIABÈTE INSIPIDE

Étiologie et pathogenèse

4.7.1 Le diabète insipide (DI) peut être idiopathique ou provoqué par :

- a) un traumatisme (traumatisme crânien et neurochirurgie) ;
- b) des néoplasmes primaires ou secondaires de l'hypothalamus ;
- c) une cause vasculaire telle qu'une hémorragie ou une thrombose, le syndrome de Sheehan⁷ et l'hémoglobinopathie à hématies falciformes ;
- d) une maladie granulomateuse telle qu'une sarcoïdose ou une histiocytose ;
- e) des infections, p. ex. méningite ou encéphalite.

4.7.2 Le DI est rarement d'origine génétique. Le syndrome de Wolfram (aussi appelé DIDMOAD — diabète insipide, diabète sucré, atrophie optique et surdité) constitue une forme primaire de DI central. Il se transmet sur un mode autosomique récessif. La grande majorité des cas peuvent être idiopathiques ; l'hypothèse d'un mécanisme auto-immun a été formulée.

Signes et symptômes

4.7.3 Les manifestations les plus marquées sont la polydipsie et la polyurie, jusqu'à 10 à 20 litres par 24 heures. L'urine a une faible gravité spécifique (< 1,003) et une faible osmolarité (50-100 mosmol/kg).

4.7.4 Le diagnostic différentiel principal est la polydipsie psychogénique, plus courante que le vrai DI. L'osmolarité plasmatique dans le vrai diabète insipide est généralement supérieure à 290 mosmol/kg dans le contexte des constatations urinaires susmentionnées. Pour confirmer ce diagnostic, un test de privation d'eau est mené (sous surveillance étroite). Si l'urine n'est pas concentrée après huit heures, une injection de 2 µg de desmopressine (DDAVP, un analogue synthétique de l'ADH) est administrée, ce qui entraîne, chez le patient atteint d'un vrai diabète insipide, une concentration rapide de l'urine.

Traitement

4.7.5 L'analogue synthétique de la vasopressine, la désamino-D-arginine vasopressine (DDAVP), à action prolongée, agit quasi uniquement sur les récepteurs de type I dans le tubule rénal et constitue le traitement principal.

4.7.6 Elle est généralement administrée par aérosol intra-nasal (10-20 µg deux fois par jour). Récemment, une solution orale est devenue disponible et elle s'utilise à raison de 100-200 µg trois fois par jour. Le chlorpropamide, une sulphonylurée, améliore la réponse rénale à l'ADH mais n'est utilisé que dans des formes partielles de DI et génère un risque d'hypoglycémie.

7 Syndrome de Sheehan : nécrose du lobe antérieur de l'hypophyse, consécutive à une grave hémorragie post-partum et à un état de choc. Du nom de Harold Leeming Sheehan, pathologiste anglais (1900-1988).

Conséquences opérationnelles

4.7.7 Une personne qui doit uriner fréquemment et absorber de grandes quantités de liquide est manifestement dans une situation défavorable à un poste de commande. Toutefois, si le diabète insipide est bien contrôlé, il ne devrait pas y avoir de danger.

Considérations aéromédicales

4.7.8 Un renouvellement de la certification, dans n'importe quelle catégorie, devrait être envisagé si l'individu reçoit un traitement adéquat sous le contrôle d'un endocrinologue. Un sujet prenant du chlorpropamide est inapte à l'exercice de fonctions aéronautiques en raison du risque d'hypoglycémie.

4.8 LES SURRÉNALES

Les glandes surrénales se situent au pôle supérieur des reins. Sur les plans anatomique et fonctionnel, elles peuvent être divisées en deux structures : le cortex surrénal et la médullosurrénale. Le cortex surrénal sécrète l'aldostérone, le cortisol et quelques androgènes. La médullosurrénale est responsable de la sécrétion d'adrénaline en réponse à un stress. La conversion enzymatique de la noradrénaline en adrénaline dépend du cortisol.

4.9 MALADIES DU CORTEX SURRÉNAL

Maladie d'Addison⁸ (insuffisance surrénalienne primaire)

4.9.1 Cette maladie se caractérise par le fait que le cortex surrénal ne produit pas d'hormones ou en produit en quantité insuffisante. Initialement, Addison l'avait attribuée à une tuberculose caséuse, mais elle peut aussi être causée par une destruction auto-immune du cortex surrénal.

Signes et symptômes

4.9.2 Les principaux signes sont :

- a) asthénie, somnolence, dépression ;
- b) hypotension, hyperkaliémie, perte de sel et d'eau, hypoglycémie, hypercalcémie ;
- c) vitiligo, myxœdème ou anémie pernicieuse, secondaire à la maladie d'Addison ;
- d) modifications de l'ECG secondaires à une augmentation du taux sérique de potassium (onde T ample et pointue).

4.9.3 Si le déclenchement est lent, les symptômes pourraient être erronément attribués à d'autres pathologies, telles que la dépression ou l'anorexie nerveuse.

⁸ Maladie d'Addison : insuffisance surrénalienne chronique. Du nom de Thomas Addison, médecin anglais (1793-1860).

Investigations

4.9.4 Un indice de suspicion élevé constitue un guide utile pour un diagnostic précoce. Si le patient est hypotensif et gravement malade, c.-à-d. en crise addisonienne, il faut prélever des échantillons de sang pour le dosage des électrolytes et du cortisol et ensuite initier le traitement. Si le patient n'est pas gravement malade, l'investigation à privilégier est le test au synacthène (tétracosactrine) à action brève : chez une personne normale, une injection intramusculaire de 250 µg de synacthène entraînera, après 45 minutes, une élévation du cortisol plasmatique d'environ 550 nmol/L ou plus ; tout résultat inférieur à cette valeur correspond à une insuffisance surrénalienne primaire ou secondaire. Si le dosage de l'ACTH révèle des concentrations extrêmement élevées, il s'agit d'une insuffisance surrénalienne primaire ; un test au synacthène à action prolongée sur une période de 4 à 5 jours peut aussi permettre de confirmer le diagnostic. Ce test n'induit une production de cortisol que dans les insuffisances surrénaliennes secondaires. L'étiologie peut être identifiée par la recherche d'auto-anticorps, par des radiographies de l'abdomen ou par une tomographie montrant la calcification des surrénales.

Prise en charge

4.9.5 Le traitement à long terme comprend l'administration d'hydrocortisone (cortisol), à raison de 20 mg le matin et 10 mg le soir. En cas d'apparition de problèmes, un dosage du cortisol tout au long de la journée permettra d'adapter cette posologie. Des effets cliniques similaires peuvent être obtenus avec les doses suivantes de stéroïdes : 25 mg d'acétate de cortisone, 5 mg de prednisolone et 0,5 mg de dexaméthasone.

4.9.6 Des minéralocorticoïdes ne seront peut-être pas nécessaires chez certains patients car la zone glomérulée du cortex surrénal est parfois épargnée. Si un traitement de substitution est requis, on utilise de la fludrocortisone à 0,05-0,2 mg en une seule dose. La dose optimale est celle qui, idéalement, maintient les concentrations de rénine dans les limites normales. Cette analyse est onéreuse et n'est pas disponible partout. Il est habituel de surveiller la pression sanguine et les taux d'électrolytes.

4.9.7 Les patients souffrant d'insuffisance surrénalienne devraient porter une carte ou un bracelet ou collier *Medicalert* mentionnant les détails du diagnostic et du traitement. Il faut leur conseiller de doubler ou tripler la dose d'hydrocortisone lorsqu'ils sont blessés ou fébriles. Certains médecins suggèrent de leur donner des ampoules de glucocorticoïdes auto-injectables ou des suppositoires de glucocorticoïdes à utiliser en cas de vomissement.

Conséquences opérationnelles

4.9.8 Une personne suivant un traitement de substitution adéquat ne devrait pas avoir de problèmes à assumer un poste de commande. Toutefois, tant son collègue qu'elle-même devraient être conscients de la possibilité d'une rechute causée par le stress.

Considérations aéromédicales

4.9.9 Une certification du candidat dans n'importe quelle catégorie est possible à la condition expresse que le traitement soit poursuivi sous l'étroite surveillance d'un endocrinologue, avec deux examens par an.

Syndrome de Conn⁹

4.9.10 Ce syndrome, extrêmement rare, est dû à un adénome, un carcinome ou une hyperplasie de la zone glomérulée du cortex surrénal, qui entraîne une production excessive d'aldostérone, une rétention de sodium et une suppression de la rénine. Les symptômes et signes cliniques comprennent faiblesse musculaire, polyurie, hypertension,

9 Syndrome de Conn : hyperaldostéronisme primaire. Du nom de Jerome W. Conn, interniste américain (1907–1981).

hypokaliémie, alcalose, rétinopathie, paralysie intermittente, arythmies cardiaques, paresthésie, symptômes de tétanie et troubles psychiatriques. Ce syndrome est légèrement plus fréquent chez la femme et apparaît généralement chez des patients âgés de 30 à 50 ans. On le rencontre chez 1 % des patients atteints d'une légère hypertension et d'une hypokaliémie. Il peut se présenter sous la forme d'une paralysie hypokaliémique, surtout chez les Chinois. Si l'hypertension a été traitée avec du thiazide, cela va manifestement aggraver l'hypokaliémie. Dans plus de 80 % des cas, ce syndrome est associé à un adénome ou un carcinome sécrétant de l'aldostérone.

Investigation

4.9.11 Mesures répétées du taux plasmatique de potassium via une prise de sang effectuée avec soin pour éviter l'hémolyse. Si l'hyperkaliémie est confirmée, il est justifié de procéder au dosage de l'aldostérone et de la rénine. Dans le syndrome de Conn, les taux d'aldostérone sont élevés et la rénine est supprimée. Un scanner abdominal ou une IRM peut être utile pour visualiser un adénome.

Traitement

4.9.12 Si un adénome est mis en évidence, le traitement définitif est l'ablation chirurgicale. Si le problème est une hyperplasie bilatérale, le meilleur traitement consiste en l'administration de spironolactone, l'antagoniste de l'aldostérone. Si l'on suspecte un hyperaldostéronisme sensible aux glucocorticoïdes, on peut donner de la dexaméthasone pendant 2 à 3 semaines.

Conséquences opérationnelles

4.9.13 Les sujets atteints d'un syndrome de Conn évolutif avec hypokaliémie et hypertension sont inaptes pour toutes les fonctions aéronautiques.

Considérations aéromédicales

4.9.14 Si un adénome est diagnostiqué et éliminé, le candidat est guéri et la certification médicale ne devrait pas poser de problème, moyennant un suivi endocrinologique régulier. Si le patient est sous traitement de longue durée à la spironolactone, il convient d'évaluer son cas spécifique en s'appuyant sur des rapports endocrinologiques complets pour décider de son aptitude.

4.10 MÉDULLOSURRÉNALES

Phéochromocytome

Étiologie et pathogenèse

4.10.1 Le phéochromocytome est une tumeur qui sécrète des catécholamines. C'est une tumeur rare : on cite souvent le chiffre de 0,1 % des cas d'hypertension. Des données récentes suggèrent que la prévalence pourrait être plus élevée. Ces tumeurs se rencontrent habituellement dans la médullosurrénale, avec 10 % d'atteintes bilatérales. Toutefois, 10 % se forment dans les tissus chromaffins extra-surrénaux, généralement dans la chaîne sympathique de l'abdomen, mais elles peuvent se développer en n'importe quel endroit du système sympathicoadrénergique, depuis le cou jusqu'à la vessie. Dans le cas de néoplasies endocriniennes multiples, le phéochromocytome est associé à un carcinome médullaire de la thyroïde et à une hyperparathyroïdie. Ces syndromes sont génétiques, à transmission autosomique dominante ; ils sont rares dans la pratique de la médecine aéronautique.

Symptômes et signes

- 4.10.2
- a) hypertension paroxystique ;
 - b) pertes de tonus postural (hypovolémie) avec pâleur ;
 - c) bouffées vasomotrices ;
 - d) palpitations, sueurs, céphalées ;
 - e) angor animi (sensation de mort imminente) ;
 - f) douleurs abdominales, constipation ;
 - g) perte de poids, intolérance au glucose.

Investigation

4.10.3 Le diagnostic se fait par le dosage de l'adrénaline/noradrénaline plasmatique ou de leurs métabolites, l'acide vanylmandélique (VMA), les métanéphrines et les normétanéphrines. Comme l'excrétion peut être paroxystique, la prise répétée d'échantillons sanguins s'impose.

4.10.4 Une imagerie de la tumeur peut être obtenue par échographie ou tomographie, mais l'IRM est supérieure car l'image est généralement hyperintense en séquence pondérée T2. Une scintigraphie à la MIBG (méta-iodobenzylguanidine) I 131 est utile pour mettre en évidence un site ectopique. Cet isotope est fixé surtout par les cellules adrénérgiques.

Traitement

4.10.5 Le traitement privilégié est l'ablation chirurgicale, curative dans quelque 75 % des cas. Avant l'intervention, le patient doit être stabilisé par agents bloquants alpha et bêta. Une fois le diagnostic posé, il faut commencer le traitement pharmacologique. Il s'agit d'administrer un agent qui bloque les récepteurs alpha-adrénergiques, à savoir la phénoxybenzamine (10 à 20 mg deux fois par jour) ou la doxazosine (1 à 2 mg deux fois par jour), puis, quelques jours plus tard, un bêta-bloquant, p. ex. le propranolol (10 mg deux fois par jour). Il faut compter environ deux semaines de traitement avant l'intervention chirurgicale. Lorsque l'ablation chirurgicale n'est pas possible ou a été incomplète, la poursuite d'un traitement pharmacologique peut être assez fructueuse.

Conséquences opérationnelles

4.10.6 Après une intervention chirurgicale réussie avec ablation totale de la tumeur et sans dégâts significatifs à l'organe cible, la certification médicale devrait être possible après une période d'observation de six mois.

4.10.7 Il ne faut toutefois pas perdre de vue la possibilité d'une récurrence tumorale ou de métastases cancéreuses secondaires si l'hypertension devait redevenir problématique.

Considérations aéromédicales

4.10.8 La certification médicale du candidat, dans n'importe quelle classe sera probablement possible si son état physique et biochimique est normal. Comme pour toutes les pathologies dont il a été question, une surveillance étroite par le responsable aéromédical et par un endocrinologue est obligatoire.

4.11 DIABÈTE SUCRÉ

4.11.1 Au Chapitre 6 de l'Annexe 1, il est spécifié ce qui suit :

6.3.2.16 Les candidats souffrant de diabète insulino-dépendant seront déclarés inaptes.

Note.— Le Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984) contient des indications sur l'évaluation des candidats souffrant de diabète insulino-dépendant de type 2 compte tenu des dispositions du § 1.2.4.9.

6.3.2.16.1 Les candidats souffrant de diabète sucré non insulino-dépendant seront déclarés inaptes à moins qu'il ne soit prouvé que leur état peut être contrôlé de façon satisfaisante à l'aide d'un régime alimentaire seulement ou d'un régime alimentaire combiné à la prise de médicaments antidiabétiques ne les empêchant pas d'exercer avec sécurité les privilèges de leur licence et de leurs qualifications.

Introduction

4.11.2 Les éléments indicatifs de la présente section n'ont aucune valeur normative au-delà des dispositions médicales précitées. Leur objet principal est de faciliter l'application des dispositions de l'Annexe 1 en matière médicale. Ils exposent des méthodes d'évaluation complète des candidats présentant des signes suspects ou manifestes de diabète. L'objectif est en définitive d'uniformiser les procédures à l'échelon international, ce qui permettra une comparaison des données et facilitera l'évaluation des cas limites dans une perspective aéromédicale.

4.11.3 La prévalence du diabète a augmenté ces 100 dernières années et cette maladie est aujourd'hui courante : elle affecte environ 3 % de la population, taux qui augmente avec l'âge. Plusieurs faits avérés expliquent pourquoi le diabète est l'une des affections chroniques les plus répandues dans le monde industrialisé. L'espérance de vie de l'ensemble de la population, y compris des diabétiques, s'accroît et la qualité des contrôles s'améliore. En outre, le niveau de vie élevé actuel va de pair avec une hausse de l'absorption de calories et un faible niveau d'activité physique, ce qui accroît la prévalence de l'obésité. La baisse d'activité physique s'explique chez beaucoup par un recours systématique à des moyens de transport commerciaux ou privés pour les déplacements. Les programmes de dépistage sanitaire mis sur pied pour l'ensemble de la population ont contribué à la perception d'une augmentation de la prévalence du diabète parce qu'ils permettent de diagnostiquer un certain nombre de diabétiques à un stade précoce. En obstétrique, il est maintenant courant de pratiquer un dépistage du diabète chez les femmes enceintes ; celles chez qui un diabète est détecté sont suivies de près et contrôlées. La baisse de la mortalité périnatale qui en résulte contribue à augmenter le nombre d'enfants qui continueront à transmettre le diabète. Les examens médicaux périodiques auxquels sont astreints les titulaires de licences contribuent au dépistage précoce du diabète chez des individus par ailleurs sains, sans symptômes subjectifs de la maladie. Ces dépistages contribuent aussi à l'augmentation de la prévalence dans la pratique de la médecine aéronautique.

4.11.4 Toutefois, pour obtenir des chiffres précis sur la prévalence, il importe que le diagnostic du diabète soit tout aussi précis. Il est possible de poser un diagnostic initial exact à l'aide d'un test de tolérance au glucose en utilisant une charge de 75 g de glucose et en appliquant les lignes directrices de l'OMS pour l'interprétation du résultat (voir ci-dessous).

4.11.5 Cette section contient aussi des éléments indicatifs sur l'acceptabilité d'un traitement antidiabétique oral.

Définition

4.11.6 Le diabète peut être défini comme un trouble du métabolisme à déterminisme génétique, caractérisé par une diminution de l'aptitude à fractionner, à stocker et à utiliser efficacement les glucides. Ce trouble peut être dû à une insuffisance de la production d'insuline par les cellules bêta des îlots de Langerhans dans le pancréas ou à la présence d'une insulino-résistance qui empêche l'action de l'hormone produite de façon endogène.

Étiologie et pathogenèse

4.11.7 L'étiologie précise du diabète reste inconnue, mais il existe de nombreuses théories mettant en évidence des causes génétiques, auto-immunes et virales. Beaucoup de facteurs peuvent intervenir simultanément chez un même individu qui devient diabétique, notamment l'obésité, la grossesse, l'infection et d'autres mécanismes qui peuvent déclencher la maladie chez des sujets qui y sont génétiquement prédisposés.

Symptômes

4.11.8 Le manque d'insuline provoque une perturbation des processus métaboliques normaux de tous les éléments nutritionnels, notamment les protéines, les glucides et les lipides. Cette perturbation des processus métaboliques engendre des pertes d'eau et d'électrolytes. Les symptômes classiques de la déficience en insuline sont la polyurie, la polydipsie, la perte de poids, des démangeaisons et une prédisposition à des infections chroniques des organes génitaux externes. Dans les cas graves non soignés, cela peut entraîner une déshydratation importante, une élévation de la glycémie et une acidocétose. Ce grave bouleversement métabolique, relativement rare, est caractéristique du jeune atteint du diabète de type 1 qui est véritablement insulino-dépendant. Chez les pilotes d'âge moyen, un diabète léger est souvent asymptomatique et détecté lors d'examens médicaux révisionnels par la présence d'une glycosurie. Chez les plus âgés, le diabète peut s'accompagner de troubles vasculaires ou oculaires.

Diagnostic

4.11.9 Un diagnostic de diabète sucré nécessite la preuve d'une anomalie du métabolisme des glucides et la vérification que cette anomalie n'a pas d'autre cause. Les autres causes susceptibles de perturber le métabolisme des glucides sont, entre autres, une maladie du foie, la dénutrition et la malnutrition, une carence en potassium et d'autres maladies endocrines décrites dans les pages qui précèdent, notamment l'acromégalie, le syndrome de Cushing et la thyrotoxicose.

4.11.10 Comme pour toutes les autres maladies cliniques, le diagnostic se fondera sur une anamnèse et une évaluation clinique adéquates des symptômes, ainsi que sur les résultats des examens physiques, étayés par des analyses de laboratoire réalisées conformément aux normes internationalement reconnues.

Glycosurie

4.11.11 La glycosurie n'est pas, à elle seule, un indice fiable. Chez nombre d'individus, elle n'est pas bien corrélée aux taux de glucose sanguin circulant. Quelque 45 % de la population ont un seuil rénal du glucose bas et peuvent présenter une glycosurie avec un taux normal de glucose sanguin circulant.

Critères biochimiques pour le diagnostic

4.11.12 Dans les cas graves, un test de glycémie au hasard ou à jeun peut permettre d'établir le diagnostic, mais des tests effectués au hasard livrent souvent des résultats incertains et, vu les implications pour la carrière des pilotes, un test de tolérance au glucose devrait être réalisé. Les critères de diagnostic après l'absorption d'une charge de 75 g de glucose ont été normalisés par l'OMS et ont été modifiés en 1999. Les seuils de diagnostic sont présentés au Tableau III-4-1.

4.11.13 L'application de ces critères permet de distinguer quatre catégories de diagnostic :

1. Normal
2. Mauvaise tolérance au glucose
3. Diabète
4. Mauvaise glycémie à jeun.

4.11.14 L'*American Diabetes Association* (ADA) a publié de nouveaux critères de diagnostic du diabète, suggérant qu'il faut parler de diabète avec une glycémie plasmatique à jeun supérieure à 7 mmol/L, et de mauvaise glycémie à jeun lorsque la glycémie plasmatique à jeun se situe entre 6,1 et 6,9 mmol/L. L'ADA a aussi recommandé d'abolir l'utilisation du test oral de tolérance au glucose. L'OMS a maintenu le test de tolérance au glucose, mais a intégré le seuil plus bas de glycémie à jeun suggéré par l'ADA.

4.11.15 L'*International Expert Committee on Diabetes* (2009) a recommandé comme critère de diagnostic supplémentaire un taux d'HbA_{1c} ≥ 6,5 % pour le diabète. Ce Comité a suggéré d'éliminer progressivement l'utilisation du terme « prédiabète », mais a déterminé que des taux d'HbA_{1c} supérieurs ou égaux à 6,0 % et inférieurs à 6,5 % étaient indicatifs d'un risque élevé de développer le diabète. Cette détermination du « risque élevé » est assortie de l'avertissement que des mesures préventives peuvent être mises en place, même chez des patients ayant des taux d'HbA_{1c} inférieurs, si d'autres facteurs de risque sont présents.

Manifestations connexes

4.11.16 Micro- et macro-angiopathies sont des conséquences courantes du diabète. La micro-angiopathie affecte typiquement les vaisseaux sanguins de la rétine et des reins ; la macro-angiopathie, la circulation coronaire. L'incidence des coronaropathies chez les diabétiques est environ trois fois supérieure à l'incidence dans la population non diabétique. Ces constatations ont des conséquences évidentes pour les pilotes. Les complications neurologiques sont probablement le résultat de perturbations métaboliques installées de longue date, mais la pathogenèse est quelque peu complexe.

Tableau III-4-1. Seuils de diagnostic

Affection	Taux de glycémie
Diabète	Glycémie à jeun : à partir de 7,0 mmol/L (126 mg/dL) ou 2 heures après absorption de la charge de glucose : à partir de 11,1 mmol/L (200 mg/dL)
Mauvaise tolérance au glucose	Glycémie à jeun : moins de 7,0 mmol/L (126 mg/dL) et 2 heures après absorption de la charge de glucose : à partir de 7,8 mmol/L (140 mg/dL) et sous 11,1 mmol/L (200 mg/dL)
Mauvaise glycémie à jeun	Glycémie à jeun : à partir de 6,1 mmol/L (110 mg/dL) et sous les 7,0 mmol/L (126 mg/dL) et 2 heures après absorption de la charge de glucose : moins de 7,8 mmol/L (140 mg/dL)
Modifié à partir de <i>Definition, Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus and its Complications</i> . Rapport d'une consultation OMS (OMS, Genève, 1999) et déclaration de consensus de l' <i>International Diabetes Federation IGT/IFG</i> (Unwin U, et al. <i>International Diabetes Federation IGT/IFG Consensus Statement. Report of an Expert Consensus Workshop 1-4 August 2001</i> , Stoke Poges, UK. <i>Diabetic Medicine</i> 2002 ; 19 : pp. 708-23).	

4.11.17 Dans le diabète de type 1, l'étude portant sur la surveillance et les complications du diabète (DCCT) a clairement montré qu'une bonne surveillance des diabétiques peut réduire l'incidence des complications. Ensuite, une étude prospective sur le diabète menée au R.-U. (UKPDS) a confirmé l'avantage d'une bonne surveillance chez les diabétiques de type 2. Il est donc essentiel d'insister auprès des navigants sur l'importance d'une bonne surveillance du diabète comme élément clé de la prise en charge.

Classification

4.11.18 Les diabètes se subdivisent essentiellement en deux catégories : le type 1 (diabète insulino-dépendant), qui survient chez les jeunes, et le type 2 (diabète non insulino-dépendant), qui apparaît vers la cinquantaine.

Traitement

4.11.19 Le traitement a pour but de corriger la perturbation métabolique et d'améliorer la qualité de vie du patient en réduisant les complications à long terme. Dans le diabète de type 1, le traitement principal est l'administration d'insuline. Dans le diabète de type 2, le traitement consiste à modifier le régime alimentaire, avec ajout, si nécessaire, d'hypoglycémifiants oraux. Une administration d'insuline peut être requise si un résultat satisfaisant n'est pas atteint par ces mesures.

4.11.20 Une fois le diagnostic de diabète posé, le titulaire de la licence devra être écarté des fonctions aéronautiques et autres fonctions cruciales pour la sécurité pendant une période appropriée. La situation devrait ensuite être réévaluée après qu'un contrôle approprié aura été effectué et qu'une décision aura été prise sur la base des rapports pertinents du médecin/diabétologue traitant.

Incidence du diabète sur l'exploitation

4.11.21 Chez les pilotes diabétiques, le risque peut être divisé en, d'une part, risque intrinsèque au diabète sucré même et, d'autre part, risque iatrogène dû à l'intervention thérapeutique dans le processus pathogénique. Les risques principaux, intrinsèques au processus pathogénique, sont une maladie cardiovasculaire, des problèmes oculaires, une néphropathie et, dans une moindre mesure dans la population de pilotes, une neuropathie. La seule complication iatrogène significative ayant des incidences profondes sur l'aviation est l'hypoglycémie.

4.11.22 Après évaluation des risques, une politique raisonnable en matière de certification médicale doit être établie. L'approche simple serait de déclarer inaptes tous les pilotes diabétiques. Toutefois, une approche plus scientifique peut être mise au point à partir d'une analyse minutieuse de la littérature, approche qui peut ensuite être appliquée avec prudence à la population diabétique et révisée régulièrement. L'Appendice au présent chapitre résume la littérature et analyse l'élaboration d'une politique de certification basée sur cette littérature.

4.12 MALADIE CARDIOVASCULAIRE

Une maladie vasculaire prématurée est une des complications les plus graves et les plus courantes du diabète. L'étude Whitehall (Fuller, 1980) a montré que les sujets ayant une mauvaise tolérance au glucose dans un test standard de tolérance au glucose avaient une mortalité liée aux coronaropathies environ deux fois plus élevée. Les données fournies par plusieurs études suggèrent que le risque de maladie cardiovasculaire est deux à quatre fois plus élevé chez les patients diabétiques que chez les autres. Une étude importante menée par la clinique Joslin sur plus de 2 000 patients diabétiques a constaté que près de 75 % étaient morts de causes vasculaires et que le ratio de décès liés à toutes les causes vasculaires était de 2,4 chez les hommes et 3,4 chez les femmes par rapport à l'ensemble de la population (Entmacher et al., 1964). Le risque de maladie cardiovasculaire est élevé, même lors du diagnostic d'un diabète de type 2, et il est indépendant de la durée du diabète diagnostiqué, le diabète étant présent depuis environ sept à douze ans avant

un diagnostic formel. Peut-être même les patients auront-ils été classés avant cela comme ayant une mauvaise tolérance au glucose, état que l'étude Whitehall associe à un risque accru de maladie cardiovasculaire.

4.13 NÉPHROPATHIE

4.13.1 La néphropathie est un problème majeur dans la population diabétique. Elle touche environ 35 % des diabétiques de type 1 et quelque 5 à 10 % des diabétiques de type 2. Malgré cette moindre prévalence dans ce dernier groupe, le nombre de cas de néphropathie parmi les diabétiques de type 2 est nettement supérieur, le diabète de type 2 étant bien plus courant que celui de type 1. Il est important de détecter les patients risquant de développer une néphropathie, qu'il s'agisse de membres potentiels ou actifs des équipages de conduite, car la mortalité relative due aux maladies cardiovasculaires est presque 40 fois supérieure à celle de la population générale chez les diabétiques de type 1 souffrant de protéinurie et seulement quatre fois supérieure chez ceux qui ne sont pas atteints de protéinurie (Borch-Johnson, 1987). La présence d'une néphropathie est donc un substitut de la maladie cardiovasculaire.

4.13.2 Certaines études prouvent que la présence d'une micro-albuminurie (définie comme une excrétion d'albumine dans les urines supérieure à 30 mg et inférieure à 300 mg par 24 heures) peut prédire, avec un certain degré de précision, l'apparition d'une néphropathie d'origine diabétique. Des preuves préliminaires indiquent en outre que l'intervention thérapeutique avec des inhibiteurs de l'ECA peut enrayer cette progression (Viberti et al., 1994). En conséquence, la mesure de la micro-albuminurie est un complément utile de l'évaluation du risque chez les pilotes diabétiques.

4.14 PROBLÈMES OCULAIRES

Environ 80 % des informations de vol sont obtenues visuellement et tout processus pathologique interférant avec la fonction visuelle peut donc provoquer une erreur humaine et contribuer à la survenance d'un accident. Il est bien connu que le diabète sucré affecte toutes les parties de l'œil, p. ex. cataracte, occlusion rétinienne veineuse, névrite optique ischémique et paralysie de nerfs crâniens entraînant une diplopie. La rétinopathie diabétique est cependant une complication vasculaire très spécifique du diabète sucré. Elle serait la principale cause de nouveaux cas de cécité parmi les adultes âgés de 20 à 74 ans. Vingt ans après le déclenchement de la maladie, presque tous les patients insulino-dépendants et plus de 60 % des non insulino-dépendants ont un certain degré de rétinopathie (Klein et al., 1984). Plus des quatre cinquièmes des cas de cécité parmi les diabétiques de type 1 et un tiers des cas parmi ceux de type 2 sont provoqués par la rétinopathie diabétique. Beaucoup oublient que le diabète de type 2 n'est pas une maladie bénigne, ce qui lui vaut le surnom de tueur silencieux. Les principaux facteurs qui déterminent l'apparition d'une rétinopathie sont la qualité du contrôle des diabétiques et la durée du diabète.

4.15 HYPOGLYCÉMIE

4.15.1 R.D. Lawrence¹⁰ était un médecin d'exception. Il devint un éminent spécialiste d'un trouble dont lui-même a souffert durant la majeure partie de sa carrière. Médecin et chercheur méticuleux, il documenta en 1923 sa première crise d'hypoglycémie. Il a noté qu'il s'est senti *juste un peu tremblant* quelques heures après s'être injecté de l'insuline et, le jour suivant, il était *proche de l'évanouissement, faible, pris de vertiges et de frissons*. Il écrivit plus tard : *Je me sentais faible, j'étais en sueur et je ressentais une faim intense qui m'a conduit à la boîte de biscuits, ce qui a permis un lent retour à la normale. Manifestement, c'était ma première crise d'hypoglycémie* (Lawrence, 1961). Cette description de Lawrence

¹⁰ Robert Daniel Lawrence, médecin anglais (1912-1964).

illustre la symptomatologie duale de cet état non physiologique : une combinaison de neuroglycémie et de stimulation neuronale autonome. L'un ou l'autre de ces ensembles de symptômes peut diminuer la performance des pilotes. Une étude (Holmes, 1968) menée parmi des patients de type 1 sujets à une hypoglycémie légère de 3,1 mmol/L a révélé une baisse décrémente de la performance à mesure que la tâche effectuée se complexifiait. Dans cette étude, comme dans d'autres, les chercheurs ont montré que les temps de réaction ne redeviennent normaux que 20 à 30 minutes après rétablissement de l'euglycémie. Les implications de ces constatations pour l'environnement aéronautique sont évidentes.

4.15.2 Comme l'hypoglycémie est une source de préoccupation majeure dans l'environnement aéronautique, il est vital de pratiquer une évaluation précise du risque. À cette fin, il convient de réunir de bonnes données sur l'incidence de l'hypoglycémie parmi les patients de type 1 et de type 2. Cependant, de telles données se sont avérées difficiles à obtenir.

Diabète de type 1

4.15.3 Il est très difficile d'évaluer la fréquence de l'hypoglycémie parmi les populations diabétiques insulino-dépendantes, en raison des larges variations de gravité et de résultats. Parmi les autres problèmes, citons l'occurrence fréquente d'une hypoglycémie biochimique asymptomatique, qui ne peut être mise en évidence qu'en cas de mesure fréquente de la glycémie, et l'incapacité de reconnaître ou d'enregistrer de nombreux épisodes légers, notamment pendant le sommeil. L'estompement de la conscience des symptômes de l'hypoglycémie réduit aussi l'identification des épisodes par les patients concernés ; parfois, les symptômes sont attribués à l'hypoglycémie alors que le taux de sucre n'est en réalité pas bas. La vraie prévalence de la non-prise de conscience a été estimée se situer entre 3 et 22 % (Heller et al., 1995).

4.15.4 L'hypoglycémie sévère, définie comme nécessitant une aide externe pour réanimer le patient, est un critère plus solide et plus cohérent pour estimer la fréquence, fiable même lors de signalements rétrospectifs. Là où une définition similaire de l'hypoglycémie sévère a été appliquée, la prévalence annuelle la plus faible est de 9 %, mais la moyenne est d'environ 20 à 30 %. Les chiffres les plus élevés viennent d'études dans lesquelles ce sont les parents ou autres observateurs du patient qui ont été interrogés sur les symptômes, plutôt que les patients eux-mêmes. Malgré les difficultés d'évaluation, la fréquence de l'hypoglycémie légère a été évaluée par une bonne étude à 1,6 épisode par patient et par semaine, soit environ 83,6 épisodes par patient et par an (Praming et al., 1991). C'est un chiffre alarmant.

4.15.5 Une maîtrise stricte de la glycémie, résultant généralement d'un traitement intensif à l'insuline, est reconnue comme un facteur de risque d'hypoglycémie sévère. L'étude sur la maîtrise et les complications du diabète (1993) a associé une maîtrise stricte de la glycémie à un triplement des crises d'hypoglycémie sévère. Le risque d'hypoglycémie sévère augmentait de façon constante avec des concentrations mensuelles d'hémoglobine glyquée de plus en plus basses. Malheureusement, l'analyse des données relatives à l'hémoglobine glyquée n'a pas permis d'étayer l'hypothèse d'une valeur cible spécifique à laquelle les avantages d'un traitement intensif étaient maximisés et les risques, réduits au minimum. D'autres facteurs de risque d'hypoglycémie sévère mis en évidence par cette étude sont la durée du diabète et des antécédents d'hypoglycémie. Un autre facteur inquiétant identifié par le groupe de recherche DCCT est qu'aucun symptôme d'avertissement n'a été ressenti dans 36 % des cas d'hypoglycémie sévère survenus pendant que les patients étaient éveillés. Alors que la perte d'une conscience de l'hypoglycémie est associée à une maîtrise stricte du diabète, elle est aussi une complication acquise avec l'allongement de la durée du diabète, de sorte que l'âge et la durée du diabète peuvent apparaître comme des facteurs de risque d'hypoglycémie sévère.

Diabète de type 2

4.15.6 Le traitement des diabétiques de type 2 peut reposer sur un régime approprié, sur un régime combiné à des sulphonyl-urées ou un régime associé à des biguanides, ou sur un régime et une combinaison de sulphonyl-urées et de biguanides, ou encore, plus récemment, sur les incrétines (sitagliptine et vildagliptine, qui sont des inhibiteurs de la dipeptidyl peptidase-4 [DPP-4], et exénatide, un analogue du GLP-1 (Barnett et Grice, 2009)). Les inhibiteurs de l'alpha-glucosidase, introduits récemment, pourraient potentialiser l'effet hypoglycémique d'une sulphonyl-urée. Les

glitazones, qui améliorent la sensibilité à l'insuline, sont de plus en plus utilisés en tant que monothérapie ou en combinaison avec les agents précités. Le traitement à base d'incrétine présente l'avantage d'augmenter la sécrétion d'insuline par les cellules bêta et de diminuer la sécrétion de glucagon par les cellules alpha. Leur mécanisme d'action est gluco-dépendant, de sorte qu'il induit rarement de l'hypoglycémie. Ainsi, lorsque l'on évalue le risque d'hypoglycémie, il est vital de décrire en détail le traitement précis du diabétique.

4.15.7 L'hypoglycémie sévère associée à certaines sulphonyl-urées est bien documentée, mais la fréquence d'accès d'hypoglycémie légère n'exigeant pas d'hospitalisation urgente est plus difficile à évaluer, car les symptômes sont souvent brefs et beaucoup de patients traités avec des agents oraux ont une piètre connaissance des symptômes de l'hypoglycémie. Malgré ces difficultés, des études ont enregistré une incidence d'hypoglycémie symptomatique allant de 1,9 à 7 % par an. Une étude de Jennings et al. (1989) a noté une prévalence de l'hypoglycémie symptomatique de l'ordre de 20 % en interrogeant directement les patients et leurs proches. Lorsque l'on évalue le risque, il importe de savoir quel agent le patient prend car, par rapport à certains autres agents, les sulphonyl-urées semblent induire un risque d'hypoglycémie supérieur. Si l'on considère que l'incidence de l'hypoglycémie chez les patients traités au chlorpropamide est de 100, les ratios d'incidence normalisés sont de 111 pour le glibenclamide, 46 pour le glipizide et 21 pour le tolbutamide (Berger et al., 1986). Il n'existe pas de formule mathématique, ni simple ni complexe, qui prédise avec certitude l'hypoglycémie chez les patients traités aux sulphonyl-urées. Les facteurs de risque d'hypoglycémie induite par les sulphonyl-urées sont essentiellement :

- a) un âge supérieur à 60 ans ;
- b) une insuffisance rénale ;
- c) une mauvaise nutrition et, on l'oublie souvent,
- d) une polythérapie.

Les sulphonyl-urées de deuxième génération, toutefois, sont moins susceptibles d'induire de l'hypoglycémie et Heller (2007) l'a confirmé dans une étude des facteurs concernés.

4.15.8 Depuis le retrait de la phenformine au début des années 1970, en raison de l'incidence d'acidose métabolique, le seul biguanide utilisé au Royaume-Uni est la metformine. Son mécanisme d'action ne stimule pas la sécrétion d'insuline et il ne provoque pas d'hypoglycémie. Un effet secondaire grave, mais rare, de la metformine est l'acidose métabolique. L'incidence a été enregistrée dans 0,04 cas sur 1 000 patients-années, avec une mortalité de 0,024 par mille patients-années (Berger, 1985). D'après les estimations, la metformine induit un risque de mortalité par acidose lactique qui n'est pas sensiblement différent du risque d'hypoglycémie induit par les sulphonyl-urées (Berger, 1986). Le risque d'acidose métabolique peut être quasi éliminé en ne dépassant pas 2,5 g par jour et en excluant les patients qui souffrent d'insuffisance rénale ou hépatique.

4.15.9 En résumé, donc, les sulphonyl-urées induisent un risque d'hypoglycémie supérieur au niveau généralement accepté de 1 % par an. Il est toutefois probable qu'un groupe strictement sélectionné de pilotes souffrant du diabète de type 2 se situe à la limite inférieure du risque d'hypoglycémie, c.-à-d. à 2 % par an, bien que ce chiffre reste supérieur au risque d'incapacité normalement accepté (voir Partie I, Chapitre 3 — Incapacité du personnel de conduite). La metformine (un biguanide), quant à elle, ne provoque pas d'hypoglycémie mais induit un risque extrêmement faible d'acidose métabolique, acceptable chez des pilotes bien sélectionnés (voir ci-dessous).

Considérations aéromédicales

Maîtrise du diabète par régime alimentaire

4.15.10 L'hypoglycémie n'est pas le problème à prendre en compte pour évaluer le risque dans ce groupe de pilotes. La préoccupation principale est le système vasculaire, pour les raisons évoquées ci-avant. Pour qu'un diabétique dont la

glycémie est maîtrisée par un régime puisse être à nouveau déclaré apte, et que son état d'aptitude puisse être maintenu, il est important de le soumettre à un dépistage des coronaropathies. La norme par excellence pour le diagnostic des coronaropathies est l'angiographie coronaire ; cette méthode n'est toutefois pas dénuée de risque et ne peut être utilisée de façon régulière. L'ECG au repos, à lui seul, n'a pas la sensibilité ni la spécificité requises pour ce groupe de patients à haut risque et il est donc logique d'utiliser une technique non invasive, qui prédira les coronaropathies avec une sensibilité légèrement supérieure à celle des tracés d'ECG au repos. L'ECG à l'effort est un outil diagnostique utile chez des patients sélectionnés. Il n'est pas intéressant comme méthode de routine pour un dépistage général, la prévalence des coronaropathies étant en général faible parmi les pilotes.

4.15.11 Si l'ECG à l'effort est normal, un pilote diabétique suivant uniquement un régime alimentaire, avec un bon contrôle de qualité et sans complications manifestes, peut reprendre ses fonctions aéronautiques, sous réserve d'une évaluation annuelle réalisée avec ECG à l'effort et d'un rapport satisfaisant du médecin/diabétologue traitant.

4.15.12 Les agents qui réduisent l'absorption de glucose par l'intestin, p. ex. les inhibiteurs de l' α -glucosidase tels que le Glucobay, sont acceptables en complément d'un régime.

Maîtrise du diabète par les biguanides

4.15.13 Une politique similaire de certification s'applique à ce groupe. Toutefois, les pilotes traités à la metformine tendent à être en surpoids et ont un risque faible mais acceptable d'acidose lactique ; leur risque général est légèrement supérieur à celui des patients traités uniquement par un régime alimentaire. Leur évaluation requiert une maîtrise exemplaire du diabète et un examen révisionnel annuel, comprenant un ECG à l'effort ; si celui-ci est satisfaisant, ils pourront reprendre le pilotage avec limitation OML.

Maîtrise du diabète par régime alimentaire et sulphonyl-urée

4.15.14 Chez les diabétiques, l'incidence de l'hypoglycémie liée à la prise de sulphonyl-urées ne respecte pas tout à fait le niveau de 1 % par an mentionné ci-avant. En conséquence, il n'est normalement pas envisageable de renouveler la certification de ces pilotes pour des opérations de transport public.

Maîtrise du diabète par régime alimentaire et glitazone

4.15.15 Ces médicaments, dont le nom approprié est thiazolidenediones, renforcent la sensibilité des récepteurs de l'insuline et, quand ils sont utilisés en monothérapie, n'induisent pas d'hypoglycémie. Ils sont donc acceptables dans une perspective de certification. Leur combinaison avec la metformine et/ou des sulphonyl-urées provoque fréquemment de l'hypoglycémie et exclut donc généralement tout type de certification médicale.

Traitement à l'incrétine

4.15.16 Les médicaments qui agissent sur la voie de l'incrétine en combinaison avec des biguanides peuvent être acceptables pour une certification avec limitation OML. Leur combinaison avec des sulphonyl-urées peut potentialiser l'hypoglycémie et n'est donc généralement pas acceptable.

4.16 CRITÈRES D'UNE MAÎTRISE SATISFAISANTE POUR L'EXERCICE DE FONCTIONS AÉRONAUTIQUES

4.16.1 Il est essentiel que les membres d'équipage de conduite aient une maîtrise satisfaisante de la glycémie avant le retour à des fonctions aéronautiques. Ils devraient être exempts de symptômes de diabète et devraient maintenir une bonne nutrition.

4.16.2 Le contrôle de leur métabolisme devrait être bon et il ne devrait pas cibler uniquement la glycémie. Pour réduire le risque cardiovasculaire, il convient d'adopter une approche holistique. Les valeurs cibles pour les paramètres pertinents sont présentées au Tableau III-4-2.

4.16.3 La clé pour autoriser un membre d'équipage diabétique à reprendre ses fonctions en toute sécurité consiste à pratiquer une médecine fondée sur des preuves afin d'éviter une incapacité dans l'environnement aéronautique.

4.16.4 Le médecin du service de médecine aéronautique doit collaborer étroitement avec l'endocrinologue qui traite le membre d'équipage concerné, afin que les avantages des deux disciplines puissent être combinés pour produire une évaluation juste et objective. Toutes les politiques en matière de certification médicale devraient faire l'objet d'audits réguliers, à la lumière des évolutions décrites dans la littérature mondiale, et être modifiées en conséquence.

Tableau III-4-2. Valeurs métaboliques cibles

<i>Bonnes valeurs</i>	
Glucose : à jeun pic post-prandial	< 6,7 mmol/L < 9,0 mmol/L
HbA1c	< 7,0 %
Pression artérielle	130/80 mmHg
Cholestérol total	< 4,8 mmol/L
LDL-C	< 2,5 mmol/L
Triglycérides	< 2,3 mmol/L
HDL-C	> 1,0 mmol/L

— — — — —

APPENDICE

ÉVALUATION DES CANDIDATS ATTEINTS DE DIABÈTE DE TYPE 2 SOUS INSULINOTHÉRAPIE EN VERTU DES DISPOSITIONS DE LA NORME 1.2.4.9 (« NORME DE LATITUDE D'APPLICATION »)

Les présents éléments indicatifs devraient être utilisés en combinaison avec la partie précédente de ce chapitre.

1. Introduction

Les méthodes utilisées pour traiter les patients diabétiques se sont améliorées ces dernières décennies et les individus requérant de l'insuline pour maintenir une glycémie satisfaisante peuvent solliciter, ou re-solliciter, une licence de pilote ou une licence de contrôleur de la circulation aérienne. Bien que le paragraphe 6.3.2.16 de l'Annexe 1 (et les paragraphes 6.4.2.16 et 6.5.2.16 pour les classes 2 et 3, respectivement) exclue normalement la délivrance d'une attestation d'aptitude de quelque classe que ce soit aux candidats diabétiques sous insulinothérapie, plusieurs États contractants, en s'appuyant sur la norme 1.2.4.9 relative à la latitude d'application, autorisent ces candidats à exercer les privilèges de leur licence et d'autres pourraient envisager d'en faire autant. Le présent appendice donne des éléments indicatifs aux autorités concernées. Le risque pour la sécurité aérienne étant plus élevé chez les diabétiques de type 1 sous insulinothérapie que chez les diabétiques de type 2, les candidats de type 1 devraient, compte tenu des traitements actuellement disponibles et du niveau actuel des connaissances, se voir refuser une attestation médicale d'aptitude.

Avant d'accorder la certification médicale à un candidat pilote diabétique sous insulinothérapie, il faut surtout s'inquiéter du risque d'hypoglycémie et des risques accrus de maladie micro- et macro-vasculaire. Dans les paragraphes qui suivent, l'accent est mis sur les risques d'hypoglycémie ; le protocole à la fin de l'appendice inclut une évaluation du risque cardiovasculaire.

2. Analyse du risque et examen de la littérature

a) Type 1

Toute évaluation du risque requiert une analyse de la littérature avec référence à la prévalence de l'hypoglycémie chez les diabétiques sous insulinothérapie. Il faut aussi appliquer un jugement clinique solide pour décider de la pertinence d'utiliser des données relatives à des populations pour tirer des conclusions sur des cas individuels. Nous proposons d'examiner la fréquence de l'hypoglycémie dans le diabète de type 1 et d'analyser ensuite les différences de fréquence chez les diabétiques de type 2.

Il est très difficile d'évaluer la fréquence de l'hypoglycémie parmi les populations diabétiques sous insulinothérapie, en raison des larges variations de gravité et de résultat. À titre d'exemples, nous pouvons citer l'occurrence fréquente d'une hypoglycémie biochimique asymptomatique, qui ne peut être mise en évidence qu'en cas de mesure fréquente de la glycémie, et l'incapacité de reconnaître ou d'enregistrer de nombreux épisodes légers, notamment pendant le sommeil. Toutefois, une analyse critique de la littérature médicale sur ce sujet fournit quelques données sur lesquelles baser une évaluation du risque. Depuis la publication de l'étude sur la maîtrise et les complications du diabète (DCCT) dans le diabète de type 1, qui a révélé qu'une maîtrise rigoureuse du diabète pourrait contribuer à prévenir des complications, les diabétologues se sont employés à améliorer la maîtrise générale. Toutefois, cette étude a montré un quasi triplement de la prévalence de l'hypoglycémie sévère dans le groupe sous traitement intensif, par rapport au groupe sous traitement conventionnel (0,54 contre 0,17 épisode/patient/année). Une analyse de l'incidence cumulative d'épisodes successifs

indique que le traitement intensif était aussi associé à un risque accru d'épisodes multiples chez le même patient (p. ex. 22 % ont connu au moins 5 épisodes d'hypoglycémie sévère en 5 ans de suivi, contre 4 % dans le groupe sous traitement conventionnel). Plusieurs sous-groupes définis par des caractéristiques de base, dont les hommes, les adolescents et les sujets sans taux anormal de peptide C ou sans antécédents d'hypoglycémie, présentaient un risque particulièrement élevé d'hypoglycémie sévère, tant dans le groupe sous traitement intensif que dans le groupe sous traitement conventionnel.

Ward et ses collègues (1990) ont découvert dans une étude ambulatoire sur 158 patients à Auckland que presque tous, soit 98 %, avaient connu des épisodes hypoglycémiques et que 30 % de ces épisodes avaient posé un problème majeur. Les symptômes d'hypoglycémie, qui consistent en une combinaison de neuroglycopénie et de stimulation neuronale autonome, seraient de nature à diminuer la performance du pilote. En théorie, ils peuvent être modulés par une bonne conscience des symptômes d'hypoglycémie et par une correction précoce adéquate.

Les effets négatifs de l'hypoglycémie sur la fonction cognitive dans le diabète de type 1 ont été étudiés par Holmes (1983, 1986), Herold (1985) et Pramming (1986). Cox et al. (1993) ont étudié ce problème dans un simulateur de conduite et ils ont noté que la dégradation de la performance provoquée par l'hypoglycémie n'était pas perçue de façon fiable par les sujets souffrant de diabète de type 1. En pratique, donc, il serait inacceptable qu'un pilote manquant de conscience de l'hypoglycémie exerce les privilèges de sa licence, en raison des risques pour la sécurité aérienne. Des travaux plus récents de Cox (2003), comparant les diabétiques de type 1 et de type 2 et la relation aux incidents de conduite, ont révélé que les conducteurs diabétiques de type 1 couraient un risque accru d'incidents de conduite, mais que les conducteurs diabétiques de type 2, même sous insulinothérapie, semblaient ne pas courir un risque supérieur à celui des non-diabétiques. Cette étude vient étayer des preuves montrant un plus faible risque d'hypoglycémie chez les diabétiques de type 2, même chez ceux qui sont sous insulinothérapie.

Le risque d'hypoglycémie sévère lié à une insulinothérapie intensive a été exploré plus en détail dans une étude de Bott et al. (1997) réalisée sur 636 diabétiques de type 1. L'incidence d'hypoglycémie sévère parmi les participants à cette étude variait de 0,05 à 0,27 cas par patient et par an. En particulier, les auteurs ont tenté de trouver un niveau d'hémoglobine A1 susceptible de prédire l'hypoglycémie sévère, mais ils n'ont pas pu mettre en évidence une relation linéaire ou exponentielle.

Egger et al. (1997) ont effectué une méta-analyse de 14 essais, livrant 16 comparaisons de 1 028 patients atteints de diabète de type 1 sous insulinothérapie intensive et 1 039 diabétiques sous traitement conventionnel. Ces auteurs ont observé un risque substantiel d'effets négatifs associés à une insulinothérapie intensive, dont un excès d'hypoglycémie sévère, ce qui a confirmé que les constatations de l'étude DCCT (1991) n'étaient pas exceptionnelles. Egger et al. ont déclaré à ce propos que des programmes d'injections quotidiennes multiples pourraient être plus sûrs qu'un traitement par pompe à insuline.

Ayant accepté que la littérature recèle des preuves que des insulinothérapies intensives augmentent le risque d'hypoglycémie, nous pouvons logiquement émettre l'hypothèse que l'on puisse prédire la fréquence de tels épisodes d'hypoglycémie et peut-être les prévenir.

Cox et al. (1994) ont étudié 78 sujets insulino-dépendants souffrant de diabète sucré, de deux sites différents, effectuant une auto-surveillance de leur glycémie. Durant les six mois suivants, ces sujets ont enregistré leurs épisodes d'hypoglycémie sévère (stupeur ou perte de connaissance). Aucune différence n'est apparue dans le nombre d'épisodes d'hypoglycémie sévère entre les sujets ayant de bons résultats au contrôle du métabolisme et les autres. La fréquence accrue des épisodes d'hypoglycémie sévère pendant les six mois de suivi a été prédite par la fréquence de résultats très bas aux auto-mesures de la glycémie et par la variabilité des résultats quotidiens aux tests de glycémie. Une analyse de régression a montré que 44 % de la variance des épisodes d'hypoglycémie sévère pouvaient être expliqués par des mesures initiales de la variance de la glycémie et par le nombre de relevés bas de glycémie. Elle a aussi révélé que les individus qui avaient des taux d'hémoglobine A1 plus faibles ne couraient pas un risque accru d'épisodes d'hypoglycémie sévère et que la variabilité de la glycémie et les relevés bas de glycémie n'étaient donc pas de bons indicateurs d'hypoglycémie sévère.

Casparie (1985) a observé qu'une des causes d'hypoglycémie dans une étude portant sur 32 épisodes d'hypoglycémie sévère chez 26 patients (incidence de 8 % par patient et par année) était souvent un manque de vigilance ou une négligence lors du calcul de la dose d'insuline. Cet auteur a estimé qu'en apprenant aux patients à répondre de façon plus adéquate aux changements de circonstances au cours de la vie quotidienne et à réagir à des signes d'avertissement par une action appropriée, on pourrait aussi réduire l'incidence de l'hypoglycémie. La difficulté de prédire les épisodes d'hypoglycémie chez un patient a été soulignée par Goldgewitch et al. (1983). Ces auteurs ont découvert que des facteurs émotionnels étaient souvent cités comme cause d'une hypoglycémie mais, dans 11 % des cas, il n'y avait pas de raison évidente à l'origine de la crise d'hypoglycémie malgré une gestion appropriée de la maîtrise du diabète.

Ter Braak et al. (2000) ont mené une étude rétrospective sur 195 cas consécutifs souffrant de diabète de type 1, afin de déterminer la fréquence des épisodes d'hypoglycémie sévère. Ils ont trouvé une fréquence de 150 épisodes par 100 patients-années, dans 40,5 % de l'échantillon étudié. Les caractéristiques cliniques qui prédisposaient au coma hypoglycémique étaient la présence d'une neuropathie, un traitement concomitant aux bêta-bloquants et la consommation d'alcool. Ces trois observations ont été pondérées en fonction de la durée du diabète, qui est aussi un important facteur de prédiction de l'hypoglycémie.

Les données sur l'hypoglycémie légère sont plus variables et il est difficile d'obtenir des estimations précises. Toutefois, Pramming (1991) a étudié la fréquence des épisodes d'hypoglycémie symptomatique chez 411 diabétiques de type 1 soignés en ambulatoire et sélectionnés au hasard. L'analyse des réponses au questionnaire a révélé que les fréquences rétrospectives d'hypoglycémie légère et sévère étaient de 1,6 et 0,029 épisode par patient et par semaine. D'après le journal tenu par les patients, les fréquences prospectives d'épisodes d'hypoglycémie légère et sévère étaient de 1,8 et 0,027 épisode par patient et par semaine. Il est intéressant de constater que l'hypoglycémie symptomatique était plus fréquente les jours de semaine que les week-ends (1,8 : 1) et plus fréquente le matin que l'après-midi, le soir et la nuit (4,5 : 2,2 ; 1,4 : 1). Il importe de souligner que les symptômes d'hypoglycémie étaient relativement non spécifiques, hétérogènes et affaiblis à mesure que la durée du diabète augmentait. Ces données coïncident avec celles d'autres études mentionnées dans la littérature, ce qui fait penser que la conscience de l'hypoglycémie s'émousse à mesure que la durée du diabète augmente et, bien entendu, la durée du diabète est aussi un paramètre de prévision de l'hypoglycémie.

La pathologie de base dans le diabète de type 1 est la défaillance des îlots de Langerhans, tandis que dans le diabète de type 2, il s'agit d'une insulino-résistance anormale. Il est donc inapproprié de transposer les données de fréquence de l'hypoglycémie des individus de type 1 aux individus de type 2. L'analyse de la littérature ci-dessus pour le type 1 ne soutient pas la certification médicale des candidats soignés pour du diabète de type 1. Les paragraphes qui suivent examinent le risque d'hypoglycémie chez les diabétiques de type 2 sous insulinothérapie.

b) Type 2

MacLeod et al. (1993) ont étudié la fréquence de l'hypoglycémie sévère chez 600 diabétiques sous insulinothérapie, sélectionnés au hasard et venant aux consultations dans une grande structure pour diabétiques. Sur ces 600 patients, 75 (29,2 %) ont signalé un total de 964 épisodes d'hypoglycémie sévère au cours de l'année précédente, ce qui donne une fréquence générale dans ce groupe de 1,6 épisode par patient et par année. La fréquence de l'hypoglycémie sévère chez les diabétiques de type 1 était plus de deux fois supérieure à celle des diabétiques de type 2 sous insulinothérapie (1,7 contre 0,73 épisode par patient et par année).

Ce taux différent d'hypoglycémie a été confirmé par Heller et al. (2007), qui n'ont trouvé aucune différence de taux d'hypoglycémie sévère chez les diabétiques de type 2 soignés aux sulphonyl-urées ou à l'insuline depuis moins de deux ans (0,1 et 0,2 épisode par sujet-année) et cette fréquence est de loin inférieure à celle que l'on rencontre dans le diabète de type 1 (< 5 ans : 1,1 ; > 15 ans : 3,2 épisodes par sujet-année).

Cette constatation d'un taux moyen d'hypoglycémie plus faible dans le diabète de type 2 a été notée par Wright et al. (2002) dans l'étude prospective sur le diabète menée au R.-U. (UKPDS), qui a noté que le taux d'hypoglycémie sévère chez les diabétiques de type 2 traités uniquement à l'insuline était de 3,2 % par an, contre 1,6 % par an chez ceux qui étaient traités au chlorpropamide ou au glycazide avec ou sans insuline. Cryer (2002), dans une analyse de la littérature,

suggère aussi que le risque d'hypoglycémie grave est nettement inférieur chez les diabétiques de type 2, même chez ceux sous traitement intensif, si l'on en juge par les concentrations en HbA1c.

3. Estimation du risque d'incapacité

Sur la base des données de cette analyse de la littérature, le taux d'hypoglycémie sévère, c.-à-d. d'hypoglycémie requérant l'aide d'un tiers, est de 3,2 % par an chez les diabétiques de type 2 sous insulinothérapie. Toutefois, ces données ont été récoltées dans un contexte hospitalier ; les pilotes, par contre, ont fait l'objet d'une sélection stricte, sont très motivés et sont généralement méticuleux dans la gestion de leur diabète. Si l'on sélectionne uniquement des diabétiques de type 2 ayant un faible risque d'hypoglycémie, ce chiffre sera probablement inférieur. Sur la base de cette extrapolation, on peut estimer que le taux annuel se situe entre 1 et 2 %.

4. Risque d'altération subtile de la performance

Les données pour évaluer cette prévalence sont assez difficiles à obtenir et souvent peu solides mais, sur la base de l'étude de Pramming (1991), on peut formuler l'hypothèse, en utilisant les travaux de McLeod (1993), que les diabétiques de type 2 peuvent avoir un taux d'hypoglycémie légère inférieur de 50 % à celui des diabétiques de type 1. Wright et al. (2006) ont classé les patients atteints de diabète de type 2 en fonction de leur traitement (monothérapie avec un régime, traitement avec une sulphonyl-urée, de la metformine ou de l'insuline) et ont calculé, pour chaque catégorie, les pourcentages de patients signalant au moins un épisode d'hypoglycémie par an. Seuls 2,5 % par an ont signalé une hypoglycémie importante et seulement 0,55 %, une hypoglycémie majeure. Cull et al. (2001) ont signalé des taux d'hypoglycémie chez les patients traités à l'insuline basale de 3,2 par 100 patients-années.

Le taux inférieur d'hypoglycémie chez les diabétiques de type 2 a été confirmé par Holman et al. (2009) dans l'étude « 4-T ». Cette différence de taux d'hypoglycémie entre les diabétiques de type 1 et de type 2 peut être due en partie à la préservation du mécanisme de contre-régulation glucidique, qui protège contre la progression vers une hypoglycémie sévère. Contrairement au diabète de type 1, le diabète de type 2 induit un taux plus faible d'hypoglycémie importante, allant de 2,5 à 3,2 % par an. Comme mentionné plus haut, ces données ont été recueillies dans un contexte hospitalier. En utilisant des critères de sélection minutieux, il est probable que le taux soit encore plus bas parmi les pilotes, très motivés et bien sensibilisés au diabète.

5. Critères de sélection

Sur la base de l'analyse de la littérature, il serait approprié de considérer seulement le diabète de type 2 traité à l'insuline, vu la plus faible prévalence d'hypoglycémie. Pour les candidats à la classe 1, la certification devrait être limitée aux opérations en équipage multiple.

Les critères de sélection suivants reposent sur les critères utilisés par un État contractant :

- Absence d'épisodes d'hypoglycémie requérant l'intervention d'un tiers pendant les 12 mois précédents.
- Durant l'année précédant la certification, stabilité de la maîtrise de la glycémie telle que mesurée par l'hémoglobine glyquée, qui devrait être inférieure au double de la limite supérieure de la fourchette normale pour l'analyse de laboratoire. 90 % des taux de glycémie devraient être supérieurs à 5,5 mmol/L. Le sujet devrait avoir une bonne sensibilisation au diabète et devrait être très motivé à atteindre une bonne maîtrise. Il ne devrait pas y avoir d'indice de non-perception de l'hypoglycémie et le sujet devrait relever de la catégorie « groupe à faible risque d'hypoglycémie », présentée au Tableau 1. En outre, le sujet devrait faire l'objet d'un suivi régulier par un diabétologue afin d'exclure toute complication. Spécifiquement, vu l'incidence accrue de coronaropathie chez les diabétiques de type 2, il faudrait pratiquer un examen cardiovasculaire incluant, par exemple, un ECG à l'effort annuel pour atténuer le risque cardiovasculaire.

Tableau 1

RISQUE D'HYPOGLYCÉMIE PARMIS LES PATIENTS TRAITÉS À L'INSULINE
Risque faible
<ul style="list-style-type: none">• Taux de peptide C stimulé > 25 % de la norme• Aucune réaction hypoglycémique précédente requérant l'intervention d'un tiers• Glycémie stable, telle que mesurée par :<ul style="list-style-type: none">a) l'hémoglobine glyquée (Ratio patient/norme supérieure labo < 2,0).b) 90 % des mesures de la glycémie > 5,5 mmol/L.• Autocontrôle adéquat avec glucomètre à puce.• Bonne sensibilisation au diabète et bonne compréhension de la maladie.• Absence d'indice de non-perception de l'hypoglycémie.• Attitude positive face à la surveillance et à l'autogestion.
Les concentrations en peptide C sont un indicateur de l'activité des cellules bêta. La plupart des diabétiques de type 1 sont C-peptide négatifs.

6. Analyse risque/avantages

Pour l'aviation, l'introduction de ce protocole permettrait de conserver un niveau élevé d'expérience aéronautique dans le poste de pilotage, avec un risque minime pour la sécurité aérienne ; beaucoup de ces pilotes ont une vaste expérience, la majorité des diabétiques de type 2 ne présentant pas d'absence de réponse aux agents hypoglycémisants oraux avant d'avoir atteint un âge de 40 à 50 ans. Les pilotes de cette tranche d'âge ont généralement une vaste expérience du pilotage et sont susceptibles de faire preuve d'un jugement plus mûr que leurs collègues plus jeunes. Sélectionner des diabétiques de type 2 et les autoriser à reprendre leurs fonctions dans le poste de pilotage avec une limitation OML contribue à encore réduire le risque, vu la formation relative à l'incapacité que les pilotes de l'aviation commerciale sont obligés de suivre lorsqu'ils exercent les privilèges de leur licence en équipage multiple. Il est possible d'encore atténuer ce risque en stipulant que le pilote doit informer ses collègues dans le poste de pilotage de la nature de son annotation OML et leur expliquer les mesures à prendre si un épisode d'hypoglycémie légère ou sévère devait se produire.

Sur tout vol long-courrier, il y a amplement le temps de contrôler la glycémie à intervalles réguliers et la disponibilité de glucides n'est pas un problème. Sur un vol court-courrier, il est peu probable que la glycémie change de manière spectaculaire sur une période d'une à deux heures, mais un contrôle devrait être effectué à mi-parcours du vol. Si une attention adéquate est portée à ces interventions, cette approche recèle des avantages potentiels pour le secteur aéronautique ainsi que pour les pilotes concernés. Il est toutefois clair que tout titulaire de licence qui requiert une insulinothérapie doit faire l'objet d'une évaluation minutieuse et ceux que l'on estime à faible risque de complications doivent accepter de coopérer pleinement avec le service de délivrance des licences. Ce service doit avoir la certitude que tous les rapports pertinents seront fournis en temps utile.

7. Procédures de surveillance

Il est indispensable que les sujets acceptés pour cette approche utilisent un glucomètre bien étalonné et comportant une puce mémoire. Le pilote doit avoir avec lui une réserve de portions de 10 g de glucides à absorption rapide pour couvrir la durée du vol. Avant le vol, la glycémie doit être supérieure à 6,0 mmol/L. Pendant le vol, elle devrait être contrôlée toutes

les 30 à 60 minutes. Si elle descend sous les 6,0 mmol/L, une portion de 10g de glucides doit être ingérée. Si, pour des raisons opérationnelles, il est impossible de mesurer la glycémie en vol, il faut ingérer les 10 g de glucides. La fréquence de la surveillance pendant les vols/temps de service de plus de deux heures peut être réduite, en fonction des circonstances individuelles, en consultation avec le diabétologue et avec un spécialiste en médecine aéronautique.

La glycémie devrait être mesurée environ 30 à 45 minutes avant l'atterrissage ; si elle est descendue sous les 6,0 mmol/L, il convient d'ingérer 10 g de glucides. Avec la gestion moderne du diabète, qui permet la prise d'un bolus d'insuline au moment des repas, le pilote peut raisonnablement effectuer ses prises d'insuline aux moments appropriés durant les vols long-courriers. Les vols de plus de huit heures ont généralement un « équipage lourd » (un ou plusieurs pilotes en plus du nombre minimum requis pour piloter l'aéronef) et cela ne devrait donc pas poser de problème significatif. Si, malgré cette approche, la glycémie dépasse les 15 mmol/L, il convient de consulter un spécialiste afin que des mesures thérapeutiques correctrices puissent être prises. Une procédure d'exploitation normalisée doit être en place pour gérer la situation lorsque des conseils médicaux, p. ex. d'équipes médicales d'appui au sol, ne peuvent pas être obtenus.

8. Conclusion

Cette approche repose sur un équilibre entre risques et avantages, mais si les taux d'événements devaient dépasser ceux qui sont mentionnés dans la littérature et repris ci-dessus, il faudrait envisager de mettre fin à tout programme qui autorise la certification de candidats diabétiques de type 2 sous insulinothérapie. Toute hypoglycémie significative, c.-à-d. un épisode requérant l'aide d'un tiers, survenant pendant la période de validité de la licence, est susceptible d'entraîner une décision d'inaptitude de longue durée pour le sujet concerné et pourrait jeter le doute sur la possibilité d'étendre ce programme. Tout État qui autorise des candidats sous insulinothérapie à exercer les privilèges de leur licence est invité à contacter l'OACI si des problèmes de sécurité aérienne importants sont rencontrés.

Cette approche est hautement spécifique et il est difficile d'avancer une estimation des nombres de pilotes susceptibles d'être concernés. Au Royaume-Uni, environ 1 à 2 pilotes professionnels/20 000 par an ne répondent pas bien au traitement par agents hypoglycémisants oraux et ont besoin d'insuline, et il est probable que des chiffres similaires se rencontrent dans les zones de compétence d'autres autorités.

ÉLABORATION D'UN PROTOCOLE POUR LA CERTIFICATION DE CANDIDATS ATTEINTS DE DIABÈTE DE TYPE 2

Atteindre et maintenir une glycémie quasi normale constitue un objectif majeur de la gestion des patients atteints de diabète sucré de type 1 et de type 2, dont les complications micro-vasculaires sont alors réduites (DCCT [1993], UKPDS [1995, 1998, 2000]). Toutefois, l'amélioration de la maîtrise de la glycémie a pour conséquence clinique une augmentation de la fréquence de l'hypoglycémie (UKPDS [1998], DCCT [1997]), qui est un sujet de préoccupation dans l'évaluation du risque des membres d'équipage diabétiques. D'après l'étude prospective sur le diabète menée au R.-U. (1998), malgré une maîtrise similaire de la glycémie, les patients atteints de diabète de type 1 sous traitement intensif (pour atteindre des taux moins élevés d'HbA1c) ont un risque relatif d'hypoglycémie sévère (requérant l'assistance d'un tiers) supérieur (environ 27 % par an, d'après l'étude sur la maîtrise et les complications du diabète (1997)) à celui des diabétiques de type 2 (environ 2 % par an).

Plusieurs facteurs peuvent expliquer pourquoi des diabétiques de type 2 sont moins sujets à des épisodes d'hypoglycémie sévère. Normalement, à mesure que les concentrations plasmatiques de glucose diminuent, une suite hiérarchique de réactions de défense s'enclenche. La première consiste en une augmentation de la sécrétion d'hormones de contre-régulation lorsque le glucose plasmatique descend jusqu'à environ 3,8 mmol/L. Ce système est conçu pour empêcher que les concentrations de glucose ne diminuent davantage. La deuxième est une conscience de symptômes d'avertissement, essentiellement autonomes (sueurs, faim, angoisse, tachycardie, etc.), qui commencent lorsque la concentration plasmatique atteint environ 3,4 mmol/L. Chez les patients bien sensibilisés à la gestion du diabète, de tels

symptômes déclencheront la prise de mesures préventives, à savoir l'ingestion de glucides, qui empêcheront la neuroglycopenie, qui commence à environ 3,0 mmol/L.

Chez les personnes qui souffrent du diabète de type 1 depuis plus de cinq ans, les mécanismes de sécrétion d'hormones de contre-régulation face à l'hypoglycémie sont généralement altérés. Initialement, la plupart des patients perdent la réaction de sécrétion de glucagon face à l'hypoglycémie, de sorte qu'ils deviennent tributaires des réponses par catécholamines pour prévenir ou supprimer l'hypoglycémie. Parfois, même ce mécanisme-là s'altère et le risque d'hypoglycémie sévère augmente alors sensiblement. En outre, des épisodes d'hypoglycémie légère, même asymptomatiques, peuvent altérer davantage la contre-régulation du glucose et réduire la sensibilité des cellules bêta adrénergiques, ce qui crée une situation de « non-conscience de l'hypoglycémie ». Dans cette situation, les patients peuvent ne pas reconnaître l'imminence de l'hypoglycémie avant qu'il ne soit trop tard pour prendre des mesures préventives (Gerich J.F., 2000).

La situation est quelque peu différente dans le diabète de type 2. Premièrement, bien que les réactions basées sur le glucagon soient généralement entravées, les réponses faisant appel aux catécholamines sont habituellement normales, voire accrues. Deuxièmement, les patients sont insulino-résistants ; troisièmement, ils ont une fonction persistante des cellules β . La capacité de moduler la sécrétion d'insuline peut agir comme tampon car la sécrétion d'insuline endogène va diminuer à mesure que les concentrations en glucose plasmatique baissent. Cette opportunité n'est pas disponible chez les patients de type 1, chez qui la disponibilité d'insuline est prédéterminée par la dose déjà injectée. Quatrièmement, la plupart des diabétiques de type 2 ne sont pas sous traitement intensif à l'insuline et risquent donc moins la non-conscience de l'hypoglycémie engendrée par une hypoglycémie induite par l'insuline.

Cette différence de taux d'hypoglycémie a été confirmée par Heller et al. (2007), qui n'ont pas trouvé de différence de taux d'hypoglycémie sévère chez les diabétiques de type 2 soignés aux sulphonyl-urées ou à l'insuline depuis moins de deux ans (0,1 et 0,2 épisode par sujet-année), et cette fréquence était de loin inférieure à celle que l'on rencontre dans le diabète de type 1 (< 5 ans : 1,1 ; > 15 ans : 3,2 épisodes par sujet-année).

Plusieurs études, dont celle d'Akram et al. (2006) montrent que les facteurs de risque d'hypoglycémie sévère comprennent des épisodes précédents d'hypoglycémie, la longue durée du diabète et une conscience altérée de l'hypoglycémie.

L'analyse de la littérature révèle que le risque d'hypoglycémie chez les diabétiques de type 1 ne satisfait pas à la norme acceptable de la « règle du 1 % ». Les États qui utilisent des critères de risque différents devraient procéder à leur propre évaluation du risque.

Les membres d'équipage souffrant du diabète de type 2, qu'ils soient traités à l'insuline ou non, devraient présenter un faible risque d'hypoglycémie. Ci-dessous figure un protocole prudent, susceptible d'aider les États à déterminer l'aptitude des candidats présentant un diabète de type 2. Il donne des éléments indicatifs que les États peuvent adapter en fonction de leurs propres exigences.

PROTOCOLE

Évaluation initiale

- Taux de peptide C stimulé > 25 % de la norme ;
- Aucun épisode précédent d'hypoglycémie requérant l'intervention d'un tiers ;
- Stabilité de la maîtrise de la glycémie : HbA1c satisfaisant ~ 7 - 8 % ;
- Autocontrôle adéquat avec glucomètre à puce ;
- Absence d'indice de non-perception de l'hypoglycémie ;
- Bonne sensibilisation au diabète et bonne compréhension de la maladie ;
- Attitude positive face à la surveillance et à l'autogestion.

L'évaluation annuelle peut inclure :

- l'analyse du caractère adéquat de l'autocontrôle avec glucomètre ;
- l'analyse de la maîtrise de la glycémie avec un taux d'HbA1c stable et satisfaisant ;
- le rapport du médecin traitant confirmant l'absence de complications liées au diabète, notamment de complications rénales et oculaires ;
- un contrôle cardiovasculaire annuel, tel qu'un ECG à l'effort mené jusqu'à l'apparition de symptômes, et un examen clinique par un cardiologue.

Le suivi devrait faire l'objet d'un accord entre le médecin traitant et l'évaluateur médical.

Cette approche pourrait être étendue aux pilotes et aux contrôleurs de la circulation aérienne atteints de diabète de type 2 qui prennent des sulphonyl-urées ou de l'insuline.

RÉFÉRENCES

- Akram, K., et al., "Frequency and risk factors of severe hypoglycaemia in insulin-treated Type 2 diabetes : a cross-sectional survey," *Diabetic Medicine*, July 2006, Vol. 23, No. 7, pp. 750-56.
- Barnett, A. and J. Grice, "NICE Guidance into Practice. Newer agents in the management of blood glucose in type 2 diabetes," *Practical Diabetes*, October 2009, Supp. pp. 1-11.
- Berger, W., "Incidence of severe side-effects during therapy with sulphonylureas and biguanides," *Hormone and Metabolic Research*, Supplement Series. 1985. Suppl 15, pp. 111-15.
- Berger, W., et al., "Die relative Häufigkeit der schweren Sulphonylharnstoff - Hypoglykämie in den letzten 25 Jahren in der Schweiz," [The relatively frequent incidence of severe sulfonyleurea-induced hypoglycemia in the last 25 years in Switzerland], *Schweiz Med Wochenschr*, February 1986, Vol. 116, No. 5, pp.145-51.
- Borch-Johnson, K., and S. Kreiner, "Proteinuria : value as predictor of cardiovascular mortality in insulin-dependent diabetes mellitus," *British Medical Journal*, 27 June 1987, Vol. 294, pp. 1651-54.
- Bott, S., et al., "Intensified insulin therapy and the risk of severe hypoglycaemia," *Diabetologia*, August 1997, Vol. 40, No. 8, pp. 926-32.
- Casparie, A.E., and L.D. Elving, "Severe hypoglycaemia in diabetic patients : frequency, causes, prevention," *Diabetes Care*, March-April 1985, Vol. 8, No. 2, pp. 141-45.
- Cox, D.J., Gonder-Frederick, L. and W. Clark, "Driving decrements in Type 1 diabetes during moderate hypoglycaemia," *Diabetes*, February 1993, Vol. 42, No. 2, pp. 239-43.
- Cox, D.J., Kovatchev, B.P. et al., "Frequency of severe hypoglycaemia in insulin dependent diabetes mellitus can be predicted from self-monitoring blood glucose data," *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 1 December 1994, Vol. 79, No.6, 1 659-62.
- Cox, D.J., Penberthy, J.M., et al., "Diabetes and driving mishaps : frequency and correlations from a multinational survey," *Diabetes Care*, August 2003, Vol. 26, No.8, pp. 2 329-34.
- Cryer, P.E., "Hypoglycaemia : The limiting factor in the glycaemic management of Type I and Type II diabetes," *Diabetologia*, July 2002, Vol. 45, No. 7, pp. 937-48.
- Cull, C.A., et al., "Hypoglycaemia in patients with Type 2 diabetes in the UKPDS," *Diabetologia*, 2001, Vol. 44, Suppl 1 : p. A217.
- DCCT Research Group, "Epidemiology of severe hypoglycaemia in the diabetes control and complications trial," *American Journal of Medicine*, April 1991, Vol. 90, No. 4, pp. 450-59.
- Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications – Report of a WHO Consultation : Part 1 : Diagnosis and classification of diabetes mellitus*, Organisation mondiale de la santé, Genève, 1999.
- Diabetes Control and Complications Trial Research Group. "The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long term complications in insulin dependent diabetes mellitus," *New England Journal of Medicine*, 1993 ; Vol.329, pp. 977-86.
- , "Hypoglycaemia in the diabetes control and complications trial," *Diabetes*, February 1997 ; Vol., 46, No. 2, pp. 271-86.

- Egger, M., et al., "Risk of adverse effects of intensified treatment in insulin diabetes mellitus," *Diabetic Medicine*, November 1997, Vol.14, No. 11, pp. 919-28.
- Entmacher, P.S., et al., "Longevity of diabetic patients in recent years," *Diabetes*, July-August 1964, Vol. 13, pp. 373-82.
- Fuller, J.H., et al. "Coronary heart disease risk and impaired glucose tolerance," *The Lancet*, 28 June 1980, Vol. 1, Issue 8183, pp.1 373-76.
- Gerich J.F., "Hypoglycaemia and counter regulation in type 2 diabetes," *The Lancet*, 9 December 2000 ; Vol.356, Issue 9246, pp. 1 946-47.
- Goldgewitch, C., et al., "Hypoglycaemic reactions in 172 Type 1 diabetic patients," *Diabetologia*, 1983, Vol. 24, pp. 95-99.
- UK Hypoglycaemia Study Group, "Risk of hypoglycaemia in types 1 and 2 diabetes : effects of treatment modalities and their duration," *Diabetologia*, June 2007, Vol. 50, No. 6, pp. 1 140-47.
- Heller, S., et al., "Unreliability of reports of hypoglycaemia by diabetic patients," *British Medical Journal*, February 1995, Vol. 310, p. 440.
- Herold, K.C., et al., "Variable deterioration in cortical function during insulin-induced hypoglycaemia," *Diabetes*, July 1985, Vol. 34, No. 7, pp. 677-85.
- Holman, R.R., et al., for the 4-T Study Group, "Three-year efficacy of complex insulin regimens in Type 2 diabetes," *The New England Journal of Medicine*, October 2009, Vol. 361, pp. 1 736-47.
- Holmes C.S., et al., "A survey of cognitive functioning at different glucose levels in diabetic persons," *Diabetes Care*, March-April 1983 ; Vol. 6, No. 2, pp. 180-85.
- Holmes, C.S., Koepke, K.M., and R.G. Thompson, "Simple versus complex impairments at three blood glucose levels," *Psychoneuroendocrinology*, 1986, Vol. 11, No.3, pp. 353-57.
- International Expert Committee, "International Expert Committee report on the roles of the A1C assay in the diagnosis of diabetes," *Diabetes Care*, July 2009, Vol. 32, No. 7, pp. 1 327-34.
- Jennings, A.M., et al., "Symptomatic hypoglycaemia in NIDDM patients treated with oral hypoglycaemic agents," *Diabetes Care*, March 1989, Vol. 12, No. 3, pp. 203-8.
- Klein, R., et al., "The Wisconsin epidemiologic study of diabetic retinopathy : III. Prevalence and risk of diabetic retinopathy when age at diagnosis is 30 or more years," *Archives of Ophthalmology*, April 1984, Vol. 102, No. 4, pp. 527-32.
- Lawrence R.D., "I have lived for forty years the life of a diabetic patient," *Diabetes*, 1961 ; Vol 10, pp. 483-86.
- MacLeod K.M., et al., "Frequency and morbidity of severe hypoglycaemia in insulin treated diabetic patients," *Diabetic Medicine*, April 1993, Vol. 10, No. 3, pp. 238-45.
- Pramming, S., et al., "Symptomatic hypoglycaemia in 411 Type I diabetic patients," *Diabetic Medicine*, April 1991, Vol. 8, No. 3, pp. 217-22.
- Pramming S., et al., "Cognitive function during hypoglycaemia in Type 1 diabetes mellitus," *British Medical Journal*, March 1986, Vol. 292, No. 6 521, pp. 647-50.

Stratton I.M., et al., on behalf of the UK Prospective Diabetes Study Group, "Association of glycaemia with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 35) : prospective observational study," *British Medical Journal*, 12 August 2000, Vol. 321, No. 7 258, pp. 405-12.

ter Braak E.W., et al., "Clinical characteristics of Type 1 diabetic patients with and without severe hypoglycaemia," *Diabetes Care*, October 2000, Vol. 23, No. 10, pp. 1 467-71.

UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group, "Intensive blood-glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33)," *The Lancet*, 12 September 1998, Vol. 352, No. 9131, pp. 837-53.

———, "United Kingdom Prospective Diabetes Study 13 : Relative efficacy of randomly allocated diet ; sulphonylurea, insulin or metformin in patients with newly diagnosed non-insulin-dependent diabetes followed for three years," *British Medical Journal*, 14 January 1995, Vol. 310, No. 6972, pp. 83-88.

———, "United Kingdom Prospective Diabetes Study 16 : Overview of six years therapy of Type 2 diabetes – A progressive disease," *Diabetes*, November 1995 ; Vol. 44, No. 11, pp. 1 249-58.

Viberti, G.C., et al., for the European Microalbuminuria Captopril Study Group, "The effect of captopril on the progression to clinical proteinuria in patients with insulin-dependent diabetes and microalbuminuria," *JAMA*, 26 January 1994, Vol. 271, No. 4, pp. 275-79.

Ward, C.M., et al., "Hypoglycaemia in insulin dependent diabetic patients attending an out-patients clinic," *New Zealand Medical Journal*, 25 July 1990, Vol. 103, No. 894, pp. 339-41.

Wright A. et al., "Sulfonylurea inadequacy : efficacy of addition of insulin over 6 years in patients with type 2 diabetes in the U.K. Prospective Diabetes Study (UKPDS57)," *Diabetes Care*, February 2002, Vol. 25, No. 2, pp. 330-36.

Wright A.D., et al., "Hypoglycaemia in Type 2 diabetic patients randomized to and maintained on monotherapy with diet, sulphonylurea, metformin, or insulin for 6 years from diagnosis : UKPDS73," *Journal of Diabetes & its Complications*, November-December 2006, Vol. 20, No. 6, pp. 395-401.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 5. HÉMATOLOGIE	III-5-1
5.1 Introduction	III-5-1
5.2 Anémie	III-5-1
5.3 Déficit en glucose-6-phosphate déshydrogénase (G6PD).....	III-5-2
5.4 Érythrocytose	III-5-2
5.5 Leucémie aiguë	III-5-3
5.6 Leucémie chronique.....	III-5-3
5.7 Lymphomes	III-5-4
5.8 Hémorragies et troubles thrombotiques	III-5-4
5.9 Hémoglobinopathies	III-5-4
Affections à hématies falciformes	III-5-5
Drépanocytose	III-5-5
Trait drépanocytaire.....	III-5-5
Références	III-5-6

Chapitre 5

HÉMATOLOGIE

5.1 INTRODUCTION

5.1.1 Les chapitres d'introduction du présent manuel énoncent les principes de base de l'évaluation de l'aptitude physique et mentale des candidats à des fonctions aéronautiques.

5.1.2 Les dispositions d'ordre général du paragraphe 6.2.2 de l'Annexe 1 stipulent que le candidat doit être exempt de toute anomalie, invalidité, etc. « qui entraînerait un degré d'incapacité fonctionnelle susceptible de compromettre la sécurité d'un aéronef ou d'empêcher le candidat d'exercer ses fonctions avec sécurité. »

5.1.3 Les conditions d'aptitude médicale concernant spécifiquement l'hématologie figurent au § 6.3.2.17 de l'Annexe 1 pour l'attestation médicale de classe 1 (et aux paragraphes correspondants du Chapitre 6 pour les attestations médicales des classes 2 et 3).

6.3.2.17 Les candidats souffrant d'une maladie du sang ou du système lymphatique seront déclarés inaptes, à moins que leur état n'ait fait l'objet d'une enquête appropriée et qu'il n'ait été établi qu'il ne risque pas de les empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de leur licence et de leurs qualifications.

Note.— Le trait drépanocytaire et les autres traits hémoglobinopathiques ne sont généralement pas considérés comme un motif d'inaptitude.

5.1.4 Les candidats qui souffrent d'une hémopathie devraient faire l'objet d'une évaluation individuelle en fonction du problème, de sa cause et de son évolution naturelle. Il importe surtout de s'assurer que le sang peut transporter une quantité suffisante d'oxygène pour satisfaire les besoins métaboliques du corps au repos, à l'effort et en état d'anxiété, tant au sol qu'en altitude.

5.2 ANÉMIE

5.2.1 L'anémie est une pathologie dans laquelle le taux d'hémoglobine dans le sang est inférieur à une valeur définie, généralement 13 g/L pour les hommes et 12 g/L pour les femmes, ce qui réduit la capacité des globules rouges à transporter l'oxygène. Environ la moitié des cas d'anémie peuvent être attribués à un déficit en fer ; les autres causes courantes sont les infections, telles que le paludisme et la bilharziose, et des facteurs génétiques, responsables de thalassémies et de drépanocytose. Dans sa forme sévère, l'anémie est associée à de la fatigue, de la faiblesse, des vertiges et de la somnolence.

5.2.2 En vol, la baisse de la pression en oxygène liée à l'altitude exacerbe les effets de l'anémie. Les candidats dont le taux d'hémoglobine est inférieur à la normale devraient faire l'objet d'un examen plus poussé. L'évaluation finale dépendra des résultats des examens médicaux et de la réaction à l'éventuel traitement. Il est difficile de spécifier une valeur seuil d'hémoglobine sous laquelle la certification ne peut plus être accordée. L'intolérance est très variable selon

que l'anémie est chronique ou aiguë, car le corps peut s'adapter à l'anémie en augmentant sa production d'hémoglobine F et de 2,3-DPG¹, ce qui renforce l'affinité pour l'oxygène.

5.2.3 Cependant, les sujets dont le taux d'hémoglobine est inférieur à 10,5 à 11 g/L devraient être considérés comme ne satisfaisant pas à la norme. Si l'anémie est provoquée par une thalassémie mineure ou par un autre trait responsable d'une hémoglobinopathie et si le candidat a toutes ses capacités fonctionnelles et aucun antécédent de crises, il est généralement possible de le déclarer apte.

5.3 DÉFICIT EN GLUCOSE-6-PHOSPHATE DÉSHYDROGÉNASE (G6PD)

5.3.1 Le déficit en G6PD est une maladie héréditaire à transmission récessive liée au chromosome X qui provoque une anémie hémolytique non auto-immune en réaction à diverses causes. En raison de la réaction classique à la consommation de fèves (*vicia faba*), cette pathologie est couramment appelée « favisme », terme dérivé du nom italien de la fève (*fava*).

5.3.2 Presque tous les patients sont de sexe masculin, bien que certains porteurs de sexe féminin puissent être affectés sur le plan clinique. Les symptômes cliniques les plus courants sont une anémie chronique due à un processus hémolytique continu et des crises d'hémolyse en réaction à certains médicaments et certains aliments, notamment les fèves. Des infections et des acidocétoses diabétiques peuvent aussi déclencher une crise, et des crises très graves peuvent entraîner une insuffisance rénale aiguë. Nombre de médicaments ont été reliés à un déficit en G6PD, en particulier la primaquine, les sulfamides, le glibenclamide et la nitrofurantoïne.

5.3.3 Dans certaines parties du monde, un test de dépistage du déficit en G6PD fait partie de l'examen médical initial en vue de la certification. Toutefois, le déficit en G6PD n'est pas nécessairement une cause d'exclusion, à condition que le taux d'hémoglobine soit stable et que le pilote soit bien conscient des aliments et médicaments à éviter.

5.4 ÉRYTHROCYTOSE

5.4.1 Les candidats dont le taux d'hémoglobine est supérieur à la normale devraient faire l'objet d'examens complémentaires.

5.4.2 Traditionnellement, le terme « polyglobulie » a servi à désigner plusieurs anomalies induisant une augmentation des globules rouges circulants, mais « érythrocytose » est un terme plus approprié et plus correct. Chez les candidats ayant un taux d'hématocrites veineux systématiquement élevé (> 0,52 chez les hommes, > 0,48 chez les femmes pendant plus de 2 mois), il faudrait procéder à la mesure de la masse érythrocytaire. Normalement, la masse érythrocytaire est exprimée en valeur prédictive moyenne par unité de volume. Le diagnostic d'érythrocytose absolue est posé lorsqu'un individu a une mesure de la masse érythrocytaire supérieure de 25 % à sa valeur prédictive moyenne. Le terme « érythrocytose relative », où la masse érythrocytaire est dans la fourchette normale et le volume plasmatique est réduit, devrait être réservé aux états de déshydratation. « Érythrocytose apparente » est le terme utilisé pour les individus qui ont un taux d'hématocrites veineux élevé, mais une masse érythrocytaire dans la fourchette de référence.

5.4.3 Il est important d'établir une distinction entre l'érythrocytose primaire, qui est une maladie myéloproliférative, et l'érythrocytose secondaire, due à d'autres pathologies.

1 2,3-DPG : 2,3-diphosphoglycérate.

5.4.4 Chez les personnes vivant à une altitude élevée [p. ex. Mexico, 2 238 m (7 342 ft)], il faut s'attendre à trouver une érythrocytose secondaire, avec des taux d'hémoglobine et d'hématocrites élevés. Dans des cas d'érythrocytose secondaire due à une maladie pulmonaire ou à des pathologies cardiaques cyanogènes, la pathologie sous-jacente devrait peser davantage dans l'évaluation finale que l'érythrocytose en elle-même.

5.4.5 L'érythrocytose primaire, en particulier la polyglobulie vraie, devrait normalement être considérée comme disqualifiante, vu sa propension à entraîner des complications thromboemboliques ainsi que des accidents cérébrovasculaires et vu sa progression rapide et imprévisible. En fonction des résultats figurant sur le rapport du spécialiste et de la réaction au traitement, surtout à la phlébotomie, à l'aspirine et à l'administration de médicaments cytoréducteurs, la certification pourra être envisagée pour certains sujets.

5.5 LEUCÉMIE AIGUË

5.5.1 De quelque type qu'elles soient, les leucémies aiguës devraient être considérées comme disqualifiantes. Sur la base du rapport d'un spécialiste, les cas de rémission peuvent être pris en considération pour une certification avec restrictions.

5.5.2 Toutefois, le traitement de la leucémie requiert souvent l'administration de médicaments hautement toxiques ainsi que de doses élevées de radiations, voire une transplantation de moelle osseuse. Certains médicaments antinéoplasiques sont connus pour être cardiotoxiques, surtout les anthracyclines, comme la doxorubicine et la daunorubicine. Une attention particulière doit donc être portée aux candidats ayant des antécédents de traitement réussi de la leucémie, afin d'exclure les conséquences à long terme de ces traitements, qui peuvent comprendre des anomalies cardiaques subtiles, une fibrose pulmonaire, des cataractes et un dysfonctionnement endocrinien (notamment l'hypothyroïdie).

5.6 LEUCÉMIE CHRONIQUE

5.6.1 La leucémie myéloïde chronique (LMC), comme d'autres maladies myéloprolifératives, est généralement une pathologie agressive entraînant une numération leucocytaire très élevée et une maladie systémique, associée à une splénomégalie avec risque d'infarctus splénique et de rupture spontanée ou traumatique. L'évolution type de la LMC est une progression sur trois à cinq ans, avec développement d'une crise aiguë de prolifération de blastes au stade final.

5.6.2 Un candidat dont le diagnostic de LMC a été confirmé devrait normalement être exclu de toute certification. Aux premiers stades de la maladie, une certification avec restrictions peut parfois être envisagée en l'absence d'anémie hémolytique et si aucune chimiothérapie ou administration de corticostéroïdes n'est nécessaire. Des examens révisionnels fréquents par un hématologue sont requis.

5.6.3 La leucémie lymphoïde chronique (LLC) est une pathologie relativement bénigne, qui ne requiert généralement pas de traitement.

5.6.4 Les candidats atteints de LLC peuvent être évalués comme aptes à condition qu'ils restent en bonne condition physique et n'aient pas besoin de traitement médicamenteux, mais des examens révisionnels périodiques chez un hématologue seraient indiqués.

5.7 LYMPHOMES

5.7.1 Les cas de lymphomes devraient faire l'objet d'une évaluation individuelle.

5.7.2 Une certification avec restrictions peut être envisagée pour les candidats présentant des lymphomes en rémission, plus particulièrement la maladie de Hodgkin², s'ils sont restés exempts de maladie pendant au moins deux ans après avoir terminé leur traitement. La certification devrait dépendre des rapports annuels réguliers d'un spécialiste.

5.8 HÉMORRAGIES ET TROUBLES THROMBOTIQUES

5.8.1 Les candidats ayant une thrombocytopénie inférieure à $75\,000/\text{mm}^3$ ($75 \times 10^9/\text{L}$) sont inaptes pour toute certification. Cette thrombocytopénie peut être temporaire, par ex. chez des personnes souffrant d'une anémie ferriprive ou d'une insuffisance médullaire liée à l'alcoolisme, et dans de tels cas une attestation d'aptitude est possible une fois la numération plaquettaire normalisée. Une certification peut être envisagée pour les candidats atteints de purpura thrombopénique idiopathique qui ont été traités par splénectomie et ont maintenu une numération plaquettaire stable pendant six mois après la fin de leur traitement. La numération plaquettaire devrait être répétée tous les six mois.

5.8.2 Les candidats souffrant d'un trouble héréditaire de la coagulation ou ayant des antécédents de facteurs de remplacement devraient normalement être jugés inaptes. Toutefois, les troubles hémorragiques sont classés comme sévères, modérés ou légers selon le niveau du facteur déficient. Les cas sévères ou modérés de déficit en facteur VIII (hémophilie classique) impliquent l'inaptitude à exercer des fonctions de pilote professionnel. La certification peut être envisagée pour des cas légers d'hémophilie en l'absence d'antécédents d'épisodes hémorragiques importants. Des cas légers de maladie de von Willebrand³ peuvent aussi être compatibles avec la certification.

5.8.3 Des antécédents de thrombose veineuse profonde exigent un examen hématologique complet pour rechercher une pathologie sous-jacente avant une certification. Si un candidat a fait une embolie pulmonaire, il sera inapte pendant au moins six mois après la fin du traitement aux anticoagulants. Les candidats ayant des embolies pulmonaires récurrentes sont inaptes.

5.8.4 L'usage d'anticoagulants oraux tels que la coumarine et la warfarine exclut toute certification dans de nombreux États contractants. L'usage d'héparine à faible poids moléculaire en faibles doses peut être considéré comme acceptable par l'évaluateur médical. L'usage d'inhibiteurs de l'agrégation plaquettaire tels que l'acide acétylsalicylique (Aspirine®) en faibles doses n'est pas disqualifiant, tandis que la prise d'inhibiteurs plus puissants de l'agrégation plaquettaire, tels que le clopidogrel, est rédhitoire.

5.9 HÉMOGLOBINOPATHIES

5.9.1 Les hémoglobinopathies et troubles apparentés résultent tous d'anomalies héréditaires affectant le fonctionnement des globules rouges humains et ont des effets potentiellement importants sur l'aptitude physique et mentale des candidats à une licence.

2 Maladie de Hodgkin : Une forme de lymphome malin, caractérisée par une augmentation de taille progressive, indolore, des ganglions lymphatiques, de la rate et du tissu lymphoïde général. Du nom de Thomas Hodgkin, médecin anglais (1798-1866).

3 Maladie de von Willebrand : maladie hémorragique congénitale causée par un déficit en facteur de von Willebrand (un antigène lié au facteur VIII) et caractérisée par des saignements accrus après un traumatisme ou une intervention chirurgicale. Aussi appelée angiohémophilie et pseudohémophilie. Du nom d'Erik von Willebrand, médecin finlandais (1870-1949).

5.9.2 L'une de ces hémoglobinopathies, la drépanocytose, se rencontre principalement, mais avec une fréquence variable, en Afrique, le long du littoral méditerranéen ainsi que dans la partie méridionale de l'Inde. Les maladies qui sont désignées par ce terme général sont l'état homozygote, l'anémie à hématies falciformes, et certaines combinaisons hétérozygotes du gène à hématies falciformes et de gènes gouvernant d'autres hémoglobines anormales et la thalassémie. La combinaison hétérozygote d'une hémoglobine normale et d'une hémoglobine à hématies falciformes est connue sous le nom de trait drépanocytaire (AS), qu'il ne faut pas confondre avec la drépanocytose elle-même.

5.9.3 L'anémie à hématies falciformes est l'hémoglobinopathie qualitative la plus répandue. L'hémoglobinopathie quantitative la plus fréquente est la thalassémie β , répandue dans le monde entier.

Affections à hématies falciformes

5.9.4 Les affections à hématies falciformes sont les affections dans lesquelles les globules rouges contenant de l'Hb S subissent une déformation en faucille à la désoxygénation. L'Hb S transporte normalement l'oxygène et n'a pas d'effets nocifs en dehors de ceux dus à cette déformation des érythrocytes. Les manifestations cliniques sont la conséquence de la falciformation intravasculaire ; si celle-ci est empêchée, il n'y a aucun signe de maladie. Cette falciformation intravasculaire est liée au degré de désoxygénation de l'hémoglobine, lequel est en grande partie fonction de la tension en oxygène et du pH aux diverses localisations du système vasculaire ; elle est également influencée par la concentration de l'Hb S dans les globules rouges et par la présence d'autres hémoglobines pouvant interagir avec l'Hb S. La déformation des globules rouges dans le sang circulant a deux effets pathologiques majeurs :

- a) Les érythrocytes déformés et étirés sont rigides et leur membrane cellulaire est lésée ; ils sont dès lors rapidement éliminés de la circulation par le système réticulo-endothélial, d'où l'apparition d'une anémie hémolytique.
- b) Les hématies mal formées n'ont pas une plasticité normale. En obstruant les petits vaisseaux, elles gênent la circulation sanguine et le transport d'oxygène. Ischémies et infarctus peuvent alors survenir dans le tissu irrigué par ces vaisseaux. Les occlusions vasculaires tendent à se produire dans des zones où les conditions de débit sanguin et la faible tension en oxygène favorisent la falciformation des érythrocytes. C'est le cas notamment de la rate et de la moelle osseuse, mais n'importe quelle zone vascularisée peut être touchée. Des douleurs locales, des perturbations fonctionnelles et autres manifestations cliniques sont liées à ces occlusions vasculaires.

Drépanocytose

5.9.5 Des infarctus spléniques liés à des hématies falciformes ont été signalés à plusieurs reprises durant des vols.

5.9.6 La drépanocytose, qui inclut diverses affections telles que l'anémie à hématies falciformes (SS), la drépanocytose-hémoglobinoïde C (SC), la drépanocytose-thalassémie (STh), la drépanocytose-hémoglobinoïde D (SD) et d'autres génotypes pathologiques de l'hémoglobine S avec d'autres variantes génétiques, est disqualifiante pour les fonctions de pilote.

Trait drépanocytaire

5.9.7 Il convient de faire une distinction claire entre la drépanocytose (SS, SC, SD, et STh) et le trait drépanocytaire (AS). Le diagnostic du trait drépanocytaire devrait reposer sur les constatations suivantes (y compris les résultats des tests de falciformation) : le patient ne devrait pas être anémique et devrait avoir une morphologie normale des globules rouges, des taux normaux d'hémoglobine F et un diagramme électrophorétique des hémoglobines A et S dans lequel la A prédomine (c.-à-d. que la concentration de Hb S est inférieure à 45 % de l'hémoglobine totale).

5.9.8 Rien ne justifie d'imposer des limitations quelconques aux candidats atteints du trait drépanocytaire.

RÉFÉRENCES

McMullin, M.F., et al., on behalf of the General Haematology Task Force of the British Committee for Standards in Haematology, "Guidelines for the diagnosis, investigation and management of polycythaemia/erythrocytosis," *British Journal of Haematology*, 2005, Vol. 130, pp.174-95.

Available from www.bcshguidelines.com/documents/polycythaemia_bjh_2005.pdf

Thalassémie et autres hémoglobinopathies, Rapport du Secrétariat, EB 118/5, Organisation mondiale de la Santé, Genève, 11 mai 2006.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 6. L'APPAREIL URINAIRE	III-6-1
6.1 Introduction	III-6-1
6.2 Lithiase urinaire.....	III-6-2
6.3 Hématurie d'origine urologique	III-6-5
6.4 Incontinence	III-6-6
6.5 Infection des voies urinaires	III-6-8
6.6 Maladies kystiques congénitales et rénales	III-6-11
6.7 Affections du scrotum	III-6-14
6.8 Hyperplasie prostatique bénigne.....	III-6-15
6.9 Affections urologiques malignes.....	III-6-17
6.10 Conclusion et considérations spécifiques.....	III-6-21
Références/Suggestions de lectures.....	III-6-21

Chapitre 6

L'APPAREIL URINAIRE

6.1 INTRODUCTION

6.1.1 Les chapitres d'introduction du présent manuel énoncent les principes de base de l'évaluation de l'aptitude physique et mentale d'un candidat. Les exigences concernant spécifiquement l'appareil urinaire figurent aux paragraphes 6.3.2.18 à 6.3.2.19.1 de l'Annexe 1, pour les attestations médicales de classe 1 (et aux paragraphes correspondants 6.4.2.18 à 6.4.2.19.1, pour la classe 2, et 6.5.2.18 à 6.5.2.19.1, pour la classe 3) :

6.3.2.18 Les candidats souffrant d'une affection rénale ou génito-urinaire seront déclarés inaptes, à moins qu'ils n'aient fait l'objet d'une enquête appropriée et qu'il n'ait été estimé que leur état ne risque pas de les empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de leur licence et de leurs qualifications.

6.3.2.18.1 L'examen médical comportera une analyse d'urine et toute anomalie fera l'objet d'une enquête appropriée.

6.3.2.19 Les candidats qui présentent des séquelles de maladie ou d'intervention chirurgicale sur les reins ou l'appareil génito-urinaire, notamment une obstruction par rétrécissement ou compression, seront déclarés inaptes à moins que leur état n'ait fait l'objet d'une enquête et d'une évaluation conformes aux meilleures pratiques médicales et qu'il n'ait été estimé qu'il n'est pas susceptible de les empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de leur licence ou de leurs qualifications.

6.3.2.19.1 Les candidats ayant subi une néphrectomie seront déclarés inaptes, à moins que la néphrectomie ne soit compensée de façon acceptable.

6.1.2 Sur la base de ces exigences, un candidat ne devrait pas être déclaré apte s'il présente des manifestations ou des symptômes d'affection urologique ou génito-urinaire pouvant mettre en danger la sécurité aérienne. Tout état passager dû à une affection des voies urinaires devrait être considéré comme une diminution de l'état d'aptitude physique jusqu'à guérison complète. Ces déclarations s'inscrivent dans la droite ligne des dispositions d'ordre général du paragraphe 6.2.2 de l'Annexe 1, qui stipulent que le candidat à une attestation médicale de classe 1 doit être exempt de toute anomalie, invalidité, séquelle d'opération, etc. « qui entraînerait un degré d'incapacité fonctionnelle susceptible de compromettre la sécurité d'un aéronef ou d'empêcher le candidat d'exercer ses fonctions avec sécurité. »

6.1.3 Les urines ne devraient renfermer aucun élément pathologique. La protéinurie devrait toujours inciter à procéder à des examens médicaux complémentaires, mais elle ne devrait pas, à elle seule, entraîner l'inaptitude. Une analyse plus approfondie de la protéinurie, en particulier de l'albuminurie, figure à la section néphrologie du présent chapitre.

6.1.4 Toutes séquelles de maladie ou d'intervention chirurgicale intéressant les reins et les voies urinaires qui risqueraient d'exposer le candidat à une défaillance subite sont disqualifiantes pour les fonctions aéronautiques. Le médecin-examineur devrait consulter un urologue pour tout antécédent chirurgical majeur comportant l'excision ou la dérivation partielle ou totale d'un organe de l'appareil urinaire, afin d'évaluer la propension de cette affection à engendrer une incapacité soudaine. Le médecin-examineur et l'évaluateur médical devront exercer leurs facultés d'interprétation et de jugement, souvent en collaboration avec un consultant. Il convient de tenir compte non seulement des facteurs médicaux, mais aussi des facteurs propres à l'environnement et à l'exploitation, pour procéder à l'évaluation globale de l'aptitude physique et mentale du candidat.

6.1.5 Le présent chapitre passe en revue les préoccupations aéromédicales couramment associées aux affections génito-urinaires. Il analyse, en particulier, le processus morbide, le diagnostic et le traitement des affections ci-après, ainsi que leurs implications dans le contexte de la médecine aéronautique et de la décision d'aptitude :

- Lithiase urinaire
- Hématurie d'étiologie urologique
- Incontinence
- Infection des voies urinaires
- Maladie kystique rénale
- Affections du scrotum
- Hyperplasie et hypertrophie prostatiques bénignes
- Affections urinaires malignes.

Urologie

6.1.6 L'urologie est la spécialité médicale et chirurgicale qui traite les pathologies de l'appareil urinaire chez les femmes et de l'appareil génito-urinaire chez les hommes. L'appareil génito-urinaire recèle de multiples facettes, en ce sens que des perturbations vasculaires, hormonales, traumatiques et relatives à la pression barométrique exercent une influence significative sur le fonctionnement général de ses organes. Des lithiases urinaires aux modifications cancéreuses, l'appareil génito-urinaire peut faire l'objet de multiples diagnostics pouvant avoir une incidence sur le plan aéronautique.

6.2 LITHIASÉ URINAIRE

Généralités

6.2.1 Des calculs rénaux peuvent apparaître en n'importe quel point des voies urinaires. Les manifestations cliniques de la maladie varient selon la taille, la configuration, la nature et la localisation des calculs. On peut s'attendre à ce que de petits calculs lisses (< 5mm) soient éliminés spontanément, quoique des symptômes potentiellement incapacitants tels que douleurs aiguës, nausées, hypersudation (diaphorèse) ou un état de choc puissent y être associés, tous clairement incompatibles avec la sécurité des opérations aériennes. Les gros calculs exigent généralement une intervention chirurgicale.

Signes cliniques

6.2.2 La lithiase urinaire peut apparaître dans de nombreuses tranches d'âge. Toutefois, chez les membres d'équipage, l'incidence de lithiases dans les voies urinaires supérieures semble être maximale dans la quarantaine et la cinquantaine. Cette pathologie peut être asymptomatique ou provoquer des symptômes allant de la gêne négligeable à la douleur la plus atroce. La crise peut se développer lentement et de façon constante ou devenir subitement incapacitante. Les coliques néphrétiques surviennent graduellement, avec des douleurs dans le flanc, l'abdomen, le dos ou l'aîne. Bien qu'un épisode à l'évolution lente puisse être reconnu par ceux qui ont déjà eu des coliques néphrétiques, un déclenchement rapide peut mener à une incapacité en vol.

6.2.3 La douleur rénale est provoquée par la distension aiguë de la capsule rénale, qui entraîne des symptômes focaux dans l'angle costo-vertébral homolatéral. Cette douleur peut irradier vers l'avant, en direction de l'abdomen, de l'ombilic ou du testicule ou de la lèvre homolatérale. Elle peut être décrite comme paroxystique ou coliqueuse lorsque le péristaltisme urétéral tente de contrer une obstruction, ou constante, plus généralement en présence d'un processus inflammatoire. La colique néphrétique peut générer des symptômes gastro-intestinaux, tels que nausées et vomissements

secondaires à une stimulation réflexe du ganglion cœliaque ou à la proximité d'organes adjacents. La douleur rénale n'a généralement aucun lien avec des signes péritonéaux ou une irritation diaphragmatique.

6.2.4 L'obstruction de l'uretère peut engendrer un hyper-péristaltisme aigu, un spasme des muscles lisses urétéraux et une distension marquée. Cette triade entraînera des symptômes urétéraux aigus, qui peuvent être souvent déterminés par la localisation de la douleur décrite. Une douleur du milieu de l'uretère peut imiter une appendicite, du côté droit (point de McBurney¹), ou une diverticulite, du côté gauche. Une obstruction de l'uretère inférieur peut induire des symptômes au niveau du scrotum ou de la lèvre homolatérale, comme dans la douleur rénale décrite ci-dessus. Toutefois, elle peut aussi déclencher des symptômes vésicaux, notamment l'irritabilité, la fréquence, l'urgence et des douleurs urétrales. Les patients souffrant de lithiase éprouvent généralement des difficultés à trouver une position confortable. Ils s'assoient, se tiennent debout ou font les cent pas dans la pièce sans trouver de soulagement.

6.2.5 En général, l'obstruction urétérale induit rarement de la fièvre mais cause souvent une élévation de la pression artérielle et du pouls. Un détournement urinaire d'urgence peut être nécessaire dans le cas d'un calcul obstructif avec fièvre. Une intervention immédiate et un soulagement rapide de l'obstruction sont obligatoires pour prévenir une septicémie à point de départ urinaire et un blocage urologique complet. Le soulagement peut être obtenu par la pose d'une sonde dans l'uretère ou d'une sonde de néphrostomie percutanée.

Diagnostic

6.2.6 Il est indispensable de s'assurer tôt que la pression artérielle, le pouls et la température corporelle restent normaux lorsque l'on diagnostique une lithiase rénale. Une évaluation de la fonction rénale sur la base de dosages de la créatinine et d'une analyse d'urine est aussi requise. L'analyse d'urine peut généralement révéler une micro-hématurie modérée à sévère. Une pyurie ou une bactériurie marquée et la présence de nitrites ou d'estérases leucocytaires devraient faire suspecter un calcul infecté et éventuellement obstructif.

6.2.7 Après évaluation initiale et stabilisation, le diagnostic anatomique rapide et une élimination complète de tous les calculs rénaux ou urétéraux sont obligatoires chez un titulaire de licence. Des procédures de diagnostic telles que l'analyse des calculs, la mesure du pH urinaire, la collecte d'urines sur 24 heures et les études sérologiques sont nécessaires pour comprendre l'origine de la lithiase. Une mise en culture des urines devrait être effectuée même en l'absence d'autres signes d'infection aiguë, afin d'exclure un processus infectieux latent. Des examens radiographiques sont importants aussi pour approfondir l'évaluation anatomique et fonctionnelle d'un calcul éventuellement obstructif.

6.2.8 Parmi tous les examens radiographiques disponibles, les radiographies simples des reins, des uretères et de la vessie constituent le choix initial. Les calculs contenant du calcium peuvent avoir des degrés divers d'opacité, l'apatite de calcium ayant la radio-opacité la plus élevée. Les calculs perméables aux rayons X, difficiles à déceler sur de simples radiographies, peuvent être détectés au moyen d'une tomодensitométrie sans injection de produits de contraste. Les calculs d'indinavir pur ne sont pas visibles sur des tomographies mais ont peu d'intérêt d'un point de vue aéromédical car seuls les patients traités pour une infection par le virus d'immunodéficience humaine (VIH) prennent des inhibiteurs de protéase tels que l'indinavir.

6.2.9 L'urographie intraveineuse (UIV) est l'examen par excellence de radiographie urologique pour les patients souffrant de coliques néphrétiques. Elle peut fournir des informations à la fois sur le fonctionnement et sur l'anatomie qui pourront guider le traitement d'un titulaire de licence atteint de lithiase urinaire. Une prise de contraste retardée dans le parenchyme rénal peut révéler un état obstructif aigu appelé couramment néphrogramme « obstructif ». Parmi les autres signes radiographiques d'obstruction aiguë, citons, entre autres, la dilatation du système de collecte, un gonflement rénal

1 Point de McBurney : un point situé environ 5 cm au-dessus du milieu de la crête iliaque antéro-supérieure, sur une ligne joignant ce processus et l'ombilic, où la palpation déclenche une douleur dans le cas d'une appendicite aiguë. Du nom de Charles McBurney, chirurgien américain (1845-1913).

homolatéral et même la rupture d'un calice rénal avec extravasation urinaire. Une obstruction chronique peut se présenter sous la forme d'un uretère tortueux, dilaté, d'un amincissement du parenchyme rénal, de calices falciformes et d'un néphrogramme en forme de « bulle de savon ».

6.2.10 Bien qu'une UIV fournisse quantités d'informations sur ce processus pathologique, la tomographie est récemment devenue l'outil privilégié pour évaluer en urgence les patients atteints de coliques néphrétiques. Son actuelle ubiquité, le faible risque de morbidité lié aux réactions au liquide de contraste et la vitesse en font un excellent choix pour un diagnostic précoce. La tomodensitométrie par scanner hélicoïdal ou spiralé n'exige pas d'agents de contraste, est d'un bon rapport qualité-prix et révèle la grande majorité des calculs rénaux et urétéraux. De plus, la tomodensitométrie peut aussi participer à la détection d'anomalies non urologiques pouvant imiter une colique néphrétique, notamment l'appendicite aiguë, une maladie ovarienne ou d'autres pathologies intra-abdominales.

6.2.11 Par ailleurs, d'autres examens radiographiques peuvent s'avérer utiles pour diagnostiquer la lithiase rénale, soit seuls, soit en complément des examens susmentionnés. L'échographie est couramment utilisée chez les patients qui ne peuvent recevoir de liquide de contraste ou être exposés à des radiations (p. ex. à cause d'une grossesse). La néphrographie diurétique est moins utile, mais d'autres examens tels que l'échographie Doppler² avec indices de résistivité rénale, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et la pyélographie rétrograde sont d'excellents outils diagnostiques et peuvent être pratiqués après une consultation appropriée.

Causes de la lithiase urinaire

6.2.12 La majorité des lithiases urinaires sont composées d'oxalate de calcium. Les étiologies pouvant la favoriser sont l'hypercalcémie due à une hyperparathyroïdie ou à d'autres causes médicales, une hypocalciurie idiopathique, une baisse du taux de citrate urinaire, une hyperoxalurie et une hypericosurie. D'autres types de calculs peuvent être d'origine infectieuse (calculs de struvite), dus à une augmentation du taux d'acide urique (calculs d'urate), à une acidose tubulaire rénale (phosphate de calcium), à une cystinurie (calculs de cystine) et même à des médicaments contre le VIH (calculs d'indinavir).

Prise en charge

6.2.13 Le traitement standard initial pour la colique néphrétique est l'administration d'analgésiques narcotiques par voie parentérale. Ce traitement est intrinsèquement disqualifiant pour toutes les fonctions aéronautiques, mais il permet une résolution rapide de la douleur et évite le recours à des médicaments à prendre par voie orale, souvent difficiles à administrer à des patients nauséux. Certains rapports signalent que les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) peuvent être aussi efficaces que les analgésiques narcotiques. Toutefois, leur usage peut réduire la circulation de sang dans les reins et l'hémodynamique intra-rénale, ce qui risque de nuire à la fonction rénale. Il faut donc faire preuve de prudence lors de l'utilisation d'AINS chez les patients atteints de coliques néphrétiques.

6.2.14 En cas d'obstruction significative, il se peut qu'il faille atténuer la pression transmise à la paroi urétérale et à la capsule rénale via l'utilisation de sondes urétérales à demeure ou de procédures percutanées. De plus, il faut éliminer l'obstruction en cas d'indices de détérioration rénale progressive, de pyélonéphrite ou de douleurs incessantes. Il faudra peut-être entreprendre des manœuvres provisoires avant de pouvoir pratiquer des procédures définitives, telles qu'une lithotritie par ondes de choc percutanées, une néphrolithotomie percutanée ou une extraction du calcul par urétéroscopie.

2 Échographie Doppler : application de l'effet Doppler aux ultrasons pour détecter le mouvement d'émetteurs (généralement les globules rouges) par l'analyse du changement de fréquence des échos de retour. Elle permet une visualisation en temps réel des tissus, du flux sanguin et des organes qui ne peuvent être observés par une quelconque autre méthode. Du nom de Christian Doppler, physicien autrichien (1803-1853).

Considérations aéromédicales

6.2.15 La douleur provoquée par des coliques néphrétiques peut être intense et est susceptible d'être incapacitante pendant le vol. Tous les traitements, que ce soit le traitement conservateur visant à encourager l'expulsion du calcul par la voie naturelle, les options chirurgicales ou la lithotritie par ondes de choc percutanées, nécessiteront le maintien au sol jusqu'à la guérison.

6.2.16 La lithotritie par ondes de choc percutanées et la néphrolithotomie percutanée ont une morbidité plus faible que les procédures chirurgicales ouvertes et permettent une reprise de fonctions plus rapide. Elles entraînent surtout des saignements, qui s'arrêtent généralement spontanément. Une infection peut survenir en cas de néphrotomie percutanée. Il est intéressant et paradoxal à la fois de constater que certaines études ont révélé une réduction du péristaltisme urétéral à la suite d'administration de fluides, ce qui peut entraver encore plus le passage du calcul malgré la diurèse accrue. Heureusement, la majorité des calculs d'une taille inférieure à 4 à 5 mm passent spontanément. La récupération de tous les fragments de calculs est nécessaire pour en permettre l'analyse.

6.2.17 Des cas de coliques néphrétiques récurrentes doivent être considérés comme infiniment plus suspects et peuvent entraîner une inaptitude à long terme pour toutes les fonctions aéronautiques. Avant de délivrer une licence ou d'autoriser un titulaire de licence à reprendre ses fonctions dans l'aviation, il faut procéder à un examen urologique complet. L'évaluation du candidat devrait se fonder sur le risque possible d'incapacité en vol. Dans certains cas, une licence pourrait être assortie de certaines limitations opérationnelles obligeant, par exemple, un pilote de l'aviation commerciale à voler « uniquement en qualité de copilote ou avec un copilote ». Un suivi par contrôle de la fonction rénale et examens radiologiques devrait être effectué à intervalles réguliers, à la discrétion du Service de délivrance des licences.

6.2.18 Le risque de récurrences chez ces patients est un élément important à prendre en considération. Chez les sujets ne comptant qu'un épisode de lithiase, le risque se situe entre 20 et 50 % durant les dix premières années, avec une récurrence de 70 % sur l'ensemble de la durée de vie. Heureusement, la plupart des petits calculs, et même des calculs atteignant au maximum 8 à 10 mm de diamètre, s'éliminent spontanément en moins de deux semaines, malgré la douleur souvent incapacitante qu'ils engendrent.

6.2.19 Les calculs asymptomatiques non éliminés posent des risques de futures coliques néphrétiques. Toutefois, si ces calculs se situent à un endroit d'où il est improbable qu'ils passent dans le calice, le risque d'incapacité pendant le vol est faible. Si les examens urinaires ne révèlent pas de facteurs sous-jacents de risque de récurrences de lithiase, la certification médicale pour des fonctions aéronautiques peut être envisagée. Toutefois, les environnements qui prédisposent à une déshydratation peuvent favoriser les lithiases urinaires sans autres facteurs sous-jacents.

6.3 HÉMATURIE D'ORIGINE UROLOGIQUE

6.3.1 La présence de sang dans les urines est un symptôme relativement courant dans les services de soins primaires et services d'urgence. L'hématurie microscopique asymptomatique aurait une prévalence de 1,2 à 5,2 % chez les jeunes adultes de sexe masculin, pouvant atteindre jusqu'à 13 % selon des études portant sur des groupes de population. L'hématurie peut être le signe avant-coureur d'un état pathologique qui n'est pas nécessairement disqualifiant pour les fonctions aéronautiques, mais qui doit faire l'objet d'une évaluation et d'une décision de la part du médecin-évaluateur.

Processus pathologique

6.3.2 Le diagnostic différentiel de l'hématurie asymptomatique d'origine urologique sans protéinurie ou cylindre urinaire inclut le néoplasme, les calculs, l'infection et le traumatisme (y compris à l'effort). Un saignement atteignant les voies urinaires à partir d'une source située entre l'urètre et le bassinot n'entraîne pas de présence de protéines, de cellules

ou de cylindres. L'hématurie initiale ou terminale peut indiquer une source urétrale ou prostatique. Une hématurie, de quelque intensité qu'elle soit, ne devrait jamais être ignorée ; chez les adultes, elle devrait être considérée comme symptôme d'une tumeur urologique, jusqu'à preuve du contraire. Dans l'ensemble, il est rare qu'une forte hématurie soit d'origine non identifiable ; à l'inverse, l'examen urologique est souvent négatif chez des patients présentant une hématurie microscopique.

Diagnostic

6.3.3 L'évaluation des voies urinaires supérieures et inférieures est obligatoire pour tous les patients présentant une hématurie. Des examens radiographiques avec agent de contraste, tels que l'UIV ou le pyélogramme rétrograde, contribueront à réaliser les évaluations urothéliales. Le parenchyme rénal peut être examiné par échographie, tomographie ou imagerie par résonance magnétique. L'urètre et la vessie nécessiteront une uréthrocystoscopie.

Prise en charge

6.3.4 Il est nécessaire de cibler la source identifiée du saignement. Chez les patients atteints de lithiase réno-urétérale, il faut éliminer le calcul ; la prise en charge définitive des sources tumorales ou prostatiques devra être dirigée par des urologues.

Considérations aéromédicales

6.3.5 Comme mentionné ci-dessus, il est peu probable, dans ce contexte, que l'hématurie en elle-même ait de l'importance en matière aéromédicale.

6.3.6 Toutefois, ce signe doit faire l'objet d'une évaluation complète. Des calculs peuvent provoquer des douleurs violentes, mener à une infection des voies urinaires et à une obstruction. Des néoplasmes dans l'appareil urinaire sont souvent de croissance lente, mais ils doivent être diagnostiqués et traités tôt pour optimiser la survie et la fonction. Il faut évaluer la néphrite glomérulaire et mesurer la fonction rénale, afin de déterminer le traitement approprié et de garantir le respect des conditions requises pour l'aviation internationale (p. ex. réserve rénale, capacité de tolérer la déshydratation). Bien que la plupart des sources recommandent une évaluation pour les cas supérieurs à 3-5 RBC/hpf³, toute quantité de globules rouges découverte dans les urines d'un titulaire de licence devrait inciter à procéder à un bilan complet.

6.4 INCONTINENCE

6.4.1 L'incontinence urinaire est l'incapacité de contrôler volontairement les sphincters de la vessie et de l'urètre, ce qui provoque des pertes d'urines involontaires constantes ou fréquentes. Une anamnèse minutieuse du patient incontinent permettra souvent de déterminer l'étiologie. L'incontinence urinaire se subdivise en quatre catégories : continue, d'effort, par urgence mictionnelle et de regorgement.

3 RBC/hpf : hématies par champ à fort grossissement.

Processus pathologique

6.4.2 L'incontinence continue se définit comme une perte d'urines involontaire, indépendante du moment ou de la position. L'uretère ectopique et la fistule sont des étiologies prédominantes, toutes deux justifiant une réparation chirurgicale.

6.4.3 La perte soudaine d'urines lors d'activités qui augmentent les pressions intra-abdominales (par ex. la toux, l'éternuement ou l'effort) est désignée par le terme incontinence d'effort. Bien que l'incontinence d'effort soit généralement liée à un affaiblissement du plancher pelvien soutenant le col vésical et l'urètre chez la femme, elle peut aussi survenir chez l'homme, le plus souvent après prostatectomie.

6.4.4 La perte d'urines précédée d'un besoin impérieux de vidanger la vessie est appelée incontinence d'urgence. Cette incontinence d'urgence peut être un symptôme signalant une pathologie infectieuse ou maligne, car de telles pathologies peuvent provoquer une irritation urothéliale. Une vessie neurogène, pouvant résulter de multiples étiologies, peut aussi entraîner une incontinence d'urgence.

6.4.5 L'incontinence par regorgement résulte d'une augmentation du volume résiduel d'urine dans la vessie et de l'incapacité de totalement vidanger la vessie. Lorsque la vessie déborde, l'urine tend à s'écouler en petites quantités. Le diagnostic est souvent difficile à poser et la pathologie peut se rencontrer chez des patients ayant un problème chronique non diagnostiqué.

Diagnostic

6.4.6 Les antécédents médicaux ne clarifieront pas toujours le type d'incontinence dont souffre le patient. Toutefois, des femmes multipares et des patients ayant subi une chirurgie pelvienne ou des radiothérapies ou ayant eu une symptomatologie neurologique peuvent être à même d'aider l'examineur à cerner l'origine et le type de leur incontinence.

6.4.7 Des outils tels que le test d'incontinence par port de protections absorbantes et le calendrier mictionnel peuvent contribuer à élucider les habitudes mictionnelles et autres caractéristiques du patient. L'enregistrement des situations, du nombre de protections absorbantes et des volumes estimatifs (par pesée des protections) peut permettre de comprendre le problème du patient. En outre, des enregistrements objectifs des quantités de liquides bues et des volumes mictionnels, ainsi que du moment des mictions, peuvent apporter des clarifications supplémentaires.

6.4.8 L'examen physique devrait cibler les signes anatomiques et neurologiques. Un examen pelvien et neurologique complet permettra d'établir le diagnostic clinique de l'incontinence. D'autres examens, tels que le « Q-tip test »⁴, la débitmétrie urinaire, l'évaluation du volume résiduel post-mictionnel, la cystoscopie, un examen urodynamique formel par vidéoscopie et une évaluation des structures périnéennes et des tissus périurétraux, devraient être effectués.

Prise en charge

6.4.9 Les traitements de l'incontinence urinaire sont aussi variés que l'étiologie de cette affection. Une incontinence continue et d'effort justifie habituellement un traitement chirurgical pour une résolution définitive, tandis que l'incontinence d'urgence tend à être mieux gérée par traitement médicamenteux. Les modalités de traitement, notamment des techniques comportementales, telles que la rétro-action biologique, et les exercices de rééducation du plancher pelvien, peuvent réduire la nécessité d'une intervention chirurgicale. Cette approche peut constituer le traitement initial

4 Q-tip test : test visant à déterminer la mobilité de l'urètre en insérant un coton-tige (Q-tip) dans l'urètre féminin et en mesurant l'angle entre ce coton-tige et le plan horizontal. Un angle supérieur à 30 degrés indique une incontinence d'effort.

privilegié pour un pilote. Bien entendu, chaque catégorie d'incontinence exige une évaluation urologique complète pour garantir la prise en charge adéquate requise.

Considérations aéromédicales

6.4.10 L'incapacité secondaire liée à l'incontinence justifie une suspension des fonctions aéronautiques jusqu'à diagnostic et traitement définitifs. La plupart des cas d'incontinence ne sont pas de nature à justifier une décision d'inaptitude. Ils se prêtent à une prise en charge conservatrice chez beaucoup de patients. Si l'état du patient exige une correction chirurgicale, le chirurgien doit documenter la résolution complète du problème et la guérison complète avant que l'intéressé puisse reprendre des fonctions aéronautiques.

6.4.11 Le traitement pharmacologique peut exiger un examen plus approfondi de la part du service de médecine aéronautique, en fonction des médicaments utilisés. Les anticholinergiques sont utilisés pour leurs effets relaxants directs sur le détroter lisse de la vessie (*destrusor vesicae*). Ces médicaments sont généralement bien tolérés par la plupart des patients, mais ils peuvent aggraver une myopie existante. Ils peuvent aussi provoquer une sécheresse de la bouche, de la fatigue, de la constipation, voire, dans de rares cas, une tachycardie supraventriculaire. Enfin, les anticholinergiques exacerbent le glaucome à angle fermé et sont totalement contre-indiqués chez les patients atteints de ce type de glaucome. Ces effets secondaires étant préoccupants dans l'environnement aéronautique, il est nécessaire de mener un essai au sol. Pour des motifs similaires, tout médicament ou toute préparation à base de plantes utilisés pour traiter cette affection devraient être administrés dans un contexte dûment contrôlé et en consultation avec l'évaluateur médical du Service de délivrance des licences.

6.5 INFECTION DES VOIES URINAIRES

6.5.1 La plupart des maladies des voies urinaires sont d'origine infectieuse. Les infections des voies urinaires sont globalement classées en deux grandes catégories : les infections avec complications et les infections sans complications. Un examen urologique complet est obligatoire dans tous les cas, sauf pour les infections urinaires les plus simples, afin de détecter toute pathologie anatomique ou physiologique. Selon la localisation anatomique, la chronicité et l'origine de l'infection, ainsi que les facteurs propres à l'hôte, une infection peut entraîner une incapacité en vol. Ce risque est particulièrement présent en cas d'obstruction urinaire, qui devrait toujours être traitée comme une urgence requérant une intervention immédiate.

6.5.2 Des infections aiguës de l'appareil urinaire devraient, en règle générale, être disqualifiantes pour les fonctions d'aviation. Souvent, un titulaire de licence cliniquement guéri d'une infection aiguë devra poursuivre un traitement pharmacologique de longue durée. Dans de tels cas, le médecin-examineur/l'évaluateur devra décider si les médicaments administrés pour le traitement sont compatibles avec la sécurité aérienne.

Processus pathologique

6.5.3 La réaction inflammatoire et des modifications de l'urothélium secondaires à une invasion bactérienne, généralement via une remontée à partir de l'urètre, mènent à une infection de l'appareil urinaire. L'urine peut aussi être contaminée par des bactéries par voie hématogène. Une bactériurie peut être symptomatique ou asymptomatique mais entraîne souvent une pyurie. La pyurie se définit comme la présence de pus (globules blancs) dans les urines et constitue un signe indicatif de modifications inflammatoires allant de pair avec une infection. Une bactériurie sans pyurie indique en général une simple colonisation bactérienne, mais l'inverse requiert la recherche d'une tuberculose, de calculs ou d'une tumeur.

Signes cliniques

6.5.4 En général, les infections urinaires sont cliniquement définies, mais elles sont décrites aussi par leur site d'origine. Par exemple, le terme pyélonéphrite aiguë désigne tout changement inflammatoire résultant d'une infection bactérienne dans le parenchyme rénal. Les caractéristiques cliniques de ce diagnostic incluent la fièvre, des frissons, des douleurs dans le flanc, une bactériurie et une pyurie au site d'infection, prouvées par mise en culture. Des infections sévères, avec complications, peuvent générer un sepsis, exigeant un diagnostic d'urgence et une prise en charge en soins intensifs. Les infections urinaires avec complications peuvent se produire chez des patients au système immunitaire affaibli, y compris les diabétiques, ou chez tout patient présentant une obstruction des voies urinaires ou une anatomie urinaire aberrante. Par moments, des abcès intra-rénaux et péri-rénaux peuvent être le point ultime de l'évolution d'une pyélonéphrite et peuvent requérir un drainage chirurgical.

6.5.5 La cystite désigne spécifiquement les modifications inflammatoires de la vessie, secondaires à une infection urinaire bactérienne. Des troubles mictionnels dus à l'irritation, tels que la dysurie, la pollakiurie, l'hésitation et l'impériosité (avec ou sans incontinence), sont des caractéristiques de la cystite aiguë. Une infection prostatique peut générer des symptômes similaires ainsi que des symptômes d'obstruction, notamment la nycturie, une vidange incomplète de la vessie et un jet faible.

6.5.6 La pyélite et l'urétrite sont les termes utilisés pour les infections du système de drainage supérieur et de l'urètre, respectivement. L'urétrite justifie la recherche de maladies sexuellement transmissibles ou d'anomalies anatomiques. Les maladies sexuellement transmissibles tendent à être plus fréquentes chez les sujets jeunes, sexuellement plus actifs. Les infections par gonocoque et chlamydia participent souvent à l'étiologie des patients présentant une urétrite ou une épидidymite. Une urétrite bactérienne à coliformes peut se rencontrer dans des cas de fistule avec complications ou de pratiques de relations sexuelles anales. Les taux d'infection sont plus élevés chez les hommes que chez les femmes, en partie parce que les signes et symptômes chez les hommes sont souvent plus manifestes. Dans ces cas, le médecin examinateur devra aussi procéder au dépistage d'autres maladies sexuellement transmissibles, telles que le VIH, la syphilis, et l'hépatite B et C, ainsi que rechercher visuellement tout signe d'herpès et de condylomes.

Diagnostic

6.5.7 Une anamnèse complète, un examen physique et des tests de laboratoire sont les clés d'un diagnostic précoce chez des patients suspectés d'infection urinaire. Pour tous les patients, il faudrait réaliser un prélèvement d'urine en milieu de jet ou procéder à une analyse d'urines recueillies par sonde avec examens microscopiques et mise en culture avant d'entamer une antibiothérapie. Des symptômes urinaires, une pyurie, une bactériurie et des preuves d'altérations inflammatoires actives dans les urines, telles que la présence de nitrites et d'estérase leucocytaires, peuvent justifier un traitement empirique avant réception des résultats de la culture et des tests de pharmacosensibilité. Une infection urinaire est moins probable en l'absence de pyurie et peut requérir une mise en culture pour vérification. À l'inverse, une pyurie sans bactériurie peut indiquer une étiologie infectieuse atypique, telle qu'une tuberculose génito-urinaire, des calculs de struvite⁵ ou d'autres pathologies lithiasiques. Enfin, une leucocytose et des hémocultures positives peuvent indiquer une infection urinaire avec complications chez un patient atteint d'une pathologie aiguë.

6.5.8 Des examens radiographiques peuvent être utiles pour identifier des anomalies anatomiques dans le cas d'infections urinaires avec complications. Parmi les examens utiles, citons l'urographie intraveineuse, l'échographie, la tomographie et la cystographie. Pour les groupes de patients sans contre-indications, l'UIV et la tomodensitométrie avec injection de contraste sont des outils importants permettant d'évaluer une lithiase réno-urétérale, une obstruction, des anomalies anatomiques ou un gonflement du rein tel qu'on le rencontre dans la pyélonéphrite. L'échographie peut

5 Calculs de struvite : calculs ramifiés au niveau du système de collecte rénal, s'étendant généralement à deux calices au moins.

contribuer à différencier une épididymite d'une torsion testiculaire. La plénitude de l'extrémité caudale du testicule avec augmentation homolatérale du flux sanguin épидидymo-testiculaire sous-tend le diagnostic d'épididymite.

Prise en charge

6.5.9 Les bactéries coliformes ont des facteurs de virulence spécifiques qui leur permettent d'adhérer à l'urothélium. Une fois qu'elles y adhèrent, elles peuvent monter ou descendre dans les voies urinaires supérieures ou inférieures. Les infections des voies urinaires supérieures peuvent se présenter sans ou avec complications. Dans le premier cas, le patient doit être suivi de près et mis sous antibiothérapie en ambulatoire ; dans le second, il faut l'hospitaliser et pratiquer un cathétérisme ou une intervention chirurgicale. Bien que les infections des voies urinaires inférieures soient souvent moins problématiques, tous les cas symptomatiques d'infection urinaire requièrent une antibiothérapie, quel que soit le site de l'infection.

6.5.10 Les fluoroquinolones sont d'excellents antibiotiques pour la prise en charge ambulatoire de nombreuses infections urinaires. Ces antibiotiques assurent une excellente couverture de la plupart des agents pathogènes des voies urinaires et une « pénétration tissulaire » pour combattre les infections parenchymateuses telles que la pyélonéphrite et la prostatite. Le triméthoprime-sulfaméthoxazole constitue une autre possibilité de traitement, souvent moins efficace, et a une forte incidence de résistance microbienne. L'ampicilline ou les céphalosporines sont souvent requises contre des infections à gram positif. Les infections compliquées par des entérobactéries, des pseudomonas ou des bacilles à gram négatif peuvent exiger une polythérapie avec des aminosides et de l'ampicilline ou des céphalosporines à large spectre.

6.5.11 Bien que la durée du traitement soit sujet de débat, la plupart des cas non compliqués de cystite chez la femme devraient être éradiqués dans les cinq jours si la bactérie est sensible à l'antibiotique. La pyélonéphrite non compliquée exige généralement deux semaines de traitement pour garantir une éradication complète. Dans ce scénario, des cultures d'urine devraient être répétées après cinq à sept jours de traitement pour s'assurer d'une bonne réaction au traitement. Les infections des voies urinaires inférieures chez l'homme devraient faire suspecter une infection prostatique concomitante. Dans le cas d'une infection prostatique, le traitement devrait se poursuivre pendant 21 jours au moins et assurer à son terme des cultures d'urine négatives.

6.5.12 Enfin, les éléments d'orientation sur les traitements recommandés pour les maladies sexuellement transmissibles changent de temps à autre et sont régulièrement mis à jour par l'Organisation mondiale de la Santé. Généralement, les infections à gonocoques et à chlamydia se rencontrent simultanément chez jusqu'à 50 % des patients atteints d'urétrite consécutive à des relations sexuelles suspectes. Ces patients devraient donc être traités pour ces deux maladies et être soumis à un dépistage des autres maladies susmentionnées.

Considérations aéromédicales

6.5.13 Comme déjà mentionné, toutes les infections urinaires devraient être considérées comme disqualifiantes pour les fonctions aéronautiques lorsqu'elles sont en phase aiguë. Une certification médicale ne devrait être envisagée que lorsqu'il est satisfait à plusieurs critères :

- Garantie d'absence de réaction idiosyncratique au traitement antibiotique approprié prescrit après mise en culture.
- Stabilité hémodynamique totale après que le traitement d'urgence a été entamé.
- Couverture antibiotique choisie en fonction de l'antibiogramme pour une durée minimum de 14 jours, sauf dans des cas de cystite simple chez une femme.
- Les cultures de contrôle révèlent une éradication complète de tout organisme pathogène.

- Dans les infections avec complications, une consultation urologique complète pour détecter toute anomalie anatomique ou autre.
- Garantie qu'une infection urinaire récidivante a été complètement éradiquée ou éliminée.
- Un patient présentant une affection des voies urinaires qui a une forte probabilité de récides d'infections urinaires avec déclenchement rapide des symptômes devrait être exclu des fonctions aéronautiques jusqu'à résolution du problème.

6.6 MALADIES KYSTIQUES CONGÉNITALES ET RÉNALES

Processus pathologique

6.6.1 Les voies urinaires comptent plus d'anomalies congénitales auxquelles on peut survivre que tout autre organe du corps. Chez l'enfant, une diminution de la fonction rénale est souvent le facteur qui amène à diagnostiquer une anomalie. Chez l'adulte, des évaluations urologiques visant à dépister une hématurie, une infection ou une lithiase réno-urétérale mettent souvent en évidence des anomalies kystiques et rénales congénitales. Ces anomalies peuvent aussi être détectées fortuitement lors d'exams radiographiques réalisés pour d'autres problèmes. Elles vont de simples kystes et duplications du système de drainage à des problèmes anatomiques majeurs pouvant provoquer une insuffisance rénale au stade ultime et d'autres maladies systémiques.

6.6.2 Les simples kystes se présentent généralement comme un signe discret pouvant survenir dans le parenchyme rénal ou à sa surface. Ils sont souvent de forme ovale ou ronde, avec un contour lisse bordé d'un épithélium unistratifié à cellules aplaties et contiennent un fluide incolore ou de couleur paille. Les kystes rénaux simples se rencontrent souvent à partir de la trentaine. Ils peuvent être uniques, multiples, unilatéraux ou bilatéraux.

6.6.3 La spongiose rénale ou ectasie canaliculaire précaliculaire est une maladie de l'adulte, généralement détectée fortuitement à l'occasion d'une imagerie de l'abdomen. Son incidence est d'environ 1 cas sur 5 000, avec presque deux fois plus de cas chez les hommes que chez les femmes. Sa cause est inconnue et elle ne suit aucun schéma héréditaire classique. Bien que cette maladie se caractérise par la dilatation des tubes collecteurs de la zone médullaire du rein, la fonction rénale est généralement normale. Des kystes couverts d'un épithélium à cellules cuboïdes ou d'un épithélium de transition peuvent se rencontrer dans ces tubes.

6.6.4 La dysplasie rénale multikystique, ou maladie polykystique des reins, peut ne revêtir aucune importance aéromédicale si elle est unilatérale et que l'autre rein est fonctionnel. La forme bilatérale de la maladie sera presque toujours identifiée tôt dans l'enfance, comme c'est le cas pour la polykystose rénale de type récessif autosomique (« juvénile »). La polykystose rénale de l'adulte, par contre, entraîne souvent un grave dysfonctionnement rénal. Il s'agit d'une maladie à transmission autosomique dominante, qui se développe généralement à l'âge adulte. Son incidence va de 1 individu sur 350 à 1 sur 1 000. Cette pathologie est responsable de 5 à 15 % des cas d'insuffisance rénale requérant une transplantation ou une dialyse. Elle apparaît chez des individus de vingt à quatre-vingt-dix ans.

6.6.5 Il est important que des patients atteints de polykystose passent un examen radiographique afin d'éliminer tout anévrisme de l'aorte abdominale ou tout anévrisme cérébral, y compris les anévrismes du polygone de Willis⁶. Parmi les autres anomalies associées figurent les kystes hépatiques, pancréatiques, spléniques et pulmonaires, ainsi que les diverticules du côlon et le prolapsus de la valve mitrale.

6 Polygone de Willis : cercle artériel du cerveau. Du nom de Thomas Willis, médecin anglais (1621-1675).

6.6.6 Hormis les kystes rénaux, il existe d'autres anomalies congénitales courantes : les anomalies unilatérales, la malposition des reins et la duplication du système de drainage. L'hypoplasie rénale se définit comme l'absence d'un rein ou la présence d'un rein adulte pesant moins de 50 g. L'autre rein peut compenser si bien par hypertrophie physiologique que la pathologie est indétectable sauf par imagerie radiographique.

6.6.7 Le rein en fer à cheval est un rein pelvien dont l'isthme fusionne les pôles inférieurs du rein droit et du rein gauche. Cet isthme empêche la remontée rénale normale pendant le développement au point de l'artère mésentérique inférieure. Les complications liées à cette anomalie congénitale peuvent inclure des infections, des lithiases et, plus tard, une hypertension artérielle. Une fois l'anomalie identifiée, certains ouvrages de référence recommandent un dépistage de routine de ces complications.

6.6.8 La malposition d'un rein, notamment en position pelvienne, se produit chez environ une personne sur 900. Les complications de cette malposition incluent une courbure anormale des uretères, une obstruction du flux des urines, de l'hypertension et des douleurs. En l'absence de complications et si le patient est asymptomatique avec un fonctionnement rénal normal, cette affection n'a guère d'importance aéromédicale.

6.6.9 La duplication du système de drainage des urines se rencontre dans environ 3 % de la population. Dans la plupart des cas, elle est dénuée d'importance aéromédicale mais, occasionnellement, elle peut être associée à une obstruction et à une stagnation d'urine. Dans ces cas, elle peut provoquer une lithiase et des infections récurrentes.

Signes cliniques

6.6.10 La polykystose rénale de l'adulte, qui apparaît le plus souvent entre la quarantaine et la soixantaine, se manifeste par une hématurie, des douleurs dans les flancs, des symptômes gastro-intestinaux, des coliques néphrétiques et/ou de l'hypertension. Anémie et élévation de la créatinine sérique peuvent également se rencontrer lors d'un premier accès. Jusqu'à 40 % des patients atteints de polykystose rénale ont aussi des anévrismes ampullaires, et près de 9 % d'entre eux meurent d'une rupture d'anévrisme et d'une hémorragie sous-arachnoïdienne subséquente. L'hémorragie artérielle intracérébrale peut être un premier signe de cette maladie, secondaire à l'hypertension rencontrée dans cette population.

6.6.11 À l'inverse, la polykystose rénale autosomique récessive entraîne la mort de près de 50 % des nouveau-nés qui en sont atteints dans les toutes premières heures ou tout premiers jours de vie. Parmi les nourrissons qui survivent, environ 50 % seront encore en vie à 10 ans et certains d'entre eux resteront totalement asymptomatiques toute leur vie. Manifestement, vu l'évolution naturelle de cette maladie, il est extrêmement rare que l'évaluateur du service de médecine aéronautique en diagnostique un cas.

6.6.12 La spongiose rénale provoque généralement des coliques néphrétiques, suivies d'infection des voies urinaires, puis d'hématurie microscopique ou macroscopique. Un tiers à 50 % de tous les patients atteints de spongiose rénale finissent par développer une lithiase urinaire et c'est souvent une UIV qui mène au diagnostic. Les autres anomalies congénitales mentionnées sont habituellement détectées par radiographie, après présentation clinique pour lithiase réno-urétérale, hématurie, infection, hypertension, masse abdominale ou autres symptômes.

Diagnostic

6.6.13 L'échographie est un des principaux outils pour diagnostiquer et différencier la polykystose rénale d'autres anomalies. Aux ultrasons, un kyste simple, anomalie courante, révèle une absence d'écho interne, une paroi bien définie, un bon passage du son à travers le kyste avec hyperéchogénie derrière le kyste, et une forme sphérique ou ovoïde. L'absence de ces caractéristiques justifie d'autres examens, tels qu'une tomographie par ordinateur ou une IRM avec injection d'un agent de contraste, pour exclure toute tumeur ou autre entité. La polykystose rénale de l'adulte est généralement

bilatérale et se caractérise par une confluence de grands kystes rénaux multiples sur les images obtenues par échographie. Ces kystes peuvent être détectés par la même technique dans d'autres organes, tels que le foie ou le pancréas. Une IRM de la tête devrait être pratiquée dans tous les nouveaux cas diagnostiqués de polykystose rénale de l'adulte, afin d'éliminer la présence d'anévrismes.

6.6.14 Une tomodensitométrie avec injection d'un agent de contraste ou une UIV est utile pour élucider l'ectasie tubulaire ou les calcifications de la zone médullaire présentes dans une spongiose rénale. D'autres anomalies précitées pourraient requérir des examens par échographie, tomographie et IRM, afin de diagnostiquer une pathologie parenchymateuse, en complément d'examens avec produit de contraste, tels que l'UIV, la pyélographie rétrograde ou la cystographie, destinés à évaluer l'état des uretères et de la vessie.

Prise en charge

6.6.15 La kystose simple asymptomatique n'exige aucun examen complémentaire ou traitement. Une distension symptomatique de la capsule rénale, une obstruction du système de collecte des urines ou une infection peuvent justifier un traitement percutané, une sclérose, voire une excision par laparoscopie ou par chirurgie ouverte.

6.6.16 Les complications de la spongiose rénale, y compris la formation de lithiases et d'infection, exigent une prise en charge. Vu que l'hypercalciurie associée à cette pathologie induit la formation de lithiases, les thiazides ou phosphates non organiques sont efficaces pour la diminuer et limiter la formation de calculs. L'administration de phosphates peut augmenter le risque de développement de lithiases infectieuses en présence de bactéries productrices d'uréase. Si des phosphates sont utilisés, il faudra donc procéder régulièrement à des mises en culture d'urines pour garantir l'absence d'infection asymptomatique. Une prophylaxie de longue durée aux antibiotiques peut être requise pour prévenir de telles infections.

Considérations aéromédicales

6.6.17 Nombre d'anomalies kystiques et congénitales sont disqualifiantes pour l'exercice de fonctions aéronautiques. Une kystose simple est compatible avec l'exercice de fonctions aéronautiques tant que les kystes ne compromettent pas le fonctionnement rénal, le système de collecte des urines ou la vascularisation rénale. Il importe de distinguer les anomalies kystiques des tumeurs rénales.

6.6.18 La spongiose rénale intéresse la médecine aéronautique en raison des complications liées à cette pathologie. La pyélonéphrite et l'urolithiase sont courantes et peuvent provoquer des complications, notamment une septicémie et une insuffisance rénale, chez des patients symptomatiques. C'est pourquoi, elles sont disqualifiantes pour l'exercice de fonctions aéronautiques. Un usage efficace des médicaments cités ci-dessus diminue les complications et augmente les chances de pouvoir reprendre des fonctions aéronautiques.

6.6.19 La polykystose autosomique récessive s'exprime tôt ; si un candidat est asymptomatique, cette pathologie revêt peu d'importance sur le plan aéromédical. La polykystose rénale de l'adulte peut menacer la sécurité des vols, de sorte que les sujets atteints ne devraient être déclarés aptes que pour des opérations en équipage multiple. Toute décision aéromédicale concernant un candidat ou un pilote atteint de polykystose rénale devrait être prise en consultation avec un spécialiste et avec l'évaluateur médical du Service de délivrance des licences.

6.6.20 Bien que certains États exigent deux reins fonctionnels pour la certification médicale, un individu n'ayant qu'un seul rein peut ne présenter aucun risque de complications dans un environnement aéronautique. Des examens concluant à un fonctionnement rénal normal, l'absence de symptômes et de preuves d'infection, d'obstruction ou de maladie congénitale sont autant de signes assurant un pronostic favorable. Dans de tels cas, une agénésie unilatérale ou une hypoplasie sont sans importance et ne constituent pas un risque accru compromettant la sécurité aérienne.

6.6.21 En résumé, les symptômes des pathologies susmentionnées qui sont susceptibles de compromettre la performance en vol sont des douleurs dans les flancs, une urgence mictionnelle, la fréquence des mictions, la dysurie, la fièvre et un malaise. Une baisse subtile de la clarté de la pensée et de la santé générale peut aussi se produire et exigera des examens révisionnels réguliers des pilotes maintenus en service.

6.7 AFFECTIONS DU SCROTUM

Processus pathologiques/signes cliniques

6.7.1 Le scrotum est un sac lâche contenant les testicules, les épидидymes et le cordon spermatique. Affections dermatologiques, endocrinopathies, infections, problèmes vasculaires, tumeurs et autres maladies peuvent affecter le scrotum et son contenu. Un examen des testicules devrait révéler une structure ovoïde, ferme et caoutchouteuse. Une taille réduite des testicules suggère un hypogonadisme. Une remontée du testicule dans l'hémiscrotum peut constituer un signe de torsion ou de tumeur, surtout en présence de masses palpables. Lors de telles observations, il convient de suspecter un diagnostic de tumeur jusqu'à obtention de preuves du contraire.

6.7.2 Des hernies peuvent se produire au niveau du scrotum. Une légère pression exercée par le médecin avec l'index, provoquant une invagination du scrotum devant le testicule et le cordon spermatique jusqu'à l'anneau inguinal, peut révéler une hernie et d'autres pathologies. Des manœuvres de Valsalva⁷ peuvent aider à poser ce diagnostic et peuvent aussi être utiles pour détecter une varicocèle. Ce constat est posé en présence d'une veine spermatique tortueuse et dilatée dans l'hémiscrotum. Un autre outil de diagnostic est la transillumination : une masse scrotale kystique laissera passer la lumière, contrairement à une masse solide.

Diagnostic

6.7.3 Le signe physique le plus courant rencontré dans les testicules est une masse. Des masses fermes, indolores qui émanent clairement du testicule sont malignes jusqu'à preuve du contraire. Des masses extratesticulaires solides tendent à être bénignes, mais un examen et une exploration radiographiques sont requis dans pratiquement tous les cas de masses scrotales solides.

6.7.4 La torsion testiculaire se définit comme la torsion du cordon spermatique, qui entraîne une perte d'irrigation sanguine et un infarctus testiculaire. Souvent mal diagnostiquée comme épидидymite, la torsion testiculaire justifie une évaluation urologique d'urgence et une éventuelle exploration du scrotum. Comme il s'agit d'un diagnostic clinique, la torsion testiculaire devrait être sérieusement envisagée chez tout patient de sexe masculin âgé de 12 à 35 ans se présentant avec des douleurs brutales, un gonflement et un testicule remonté dans l'hémiscrotum. Une scintigraphie par balayage du testicule, considérée comme la technique de référence pour révéler l'absence de flux sanguin, ou une échographie du scrotum peut contribuer à l'établissement du diagnostic. En cas de torsion, il y aura absence de flux dans l'un et l'autre examens, mais l'échographie peut aussi révéler une hyperémie de l'épididyme et des tissus environnants. Il est intéressant de noter que la torsion de l'appendice testiculaire ou de l'appendice épидidymaire peut se présenter de la même manière.

6.7.5 L'échographie est généralement la méthode privilégiée pour l'examen de la plupart des affections du scrotum. Les maladies infectieuses, varicocèles, hydrocèles et spermatocèles peuvent être confirmées par échographie sur la base d'une suspicion clinique. En cas d'infection, le scanner ou l'échographie peut révéler la présence d'air dans le

7 Manœuvre de Valsalva : effort d'expiration forcée contre la glotte fermée (« pression ») afin d'augmenter la pression intrathoracique. Du nom d'Antonio M. Valsalva, anatomiste italien (1666-1723).

scrotum ou dans les tissus gangréneux. Dans ce cas, la gangrène de Fournier⁸ peut être présente et requerra un débridement d'urgence afin de prévenir une infection engageant le pronostic vital.

Considérations aéromédicales

6.7.6 Un processus scrotal aigu exclut l'exercice de toute fonction aéronautique. La torsion testiculaire et l'épididymite peuvent rapidement devenir incapacitantes. En conséquence, une torsion, une infection ou une tumeur (voir « Affections urologiques malignes » ci-dessous) sont incompatibles avec le pilotage jusqu'à résolution du problème. Une consultation chez un urologue est obligatoire dans tous ces cas, afin de prévenir, si possible, une intervention chirurgicale et de garantir la préservation des testicules.

6.7.7 Hydrocèle, spermatocele et hernie se prêtent à une prise en charge conservatrice si elles sont asymptomatiques. Toutefois, tous les pilotes doivent être totalement exempts de hernies susceptibles d'engendrer des symptômes incapacitants pendant le vol. En conséquence, en cas de hernie inguinale, une consultation et une correction chirurgicales doivent être la règle. En particulier en vol, en raison de la baisse de pression ambiante, la hernie, même si elle était auparavant asymptomatique et réductible, peut soudain se coincer et bloquer les intestins par étranglement, entraînant une urgence aéromédicale.

6.8 HYPERPLASIE PROSTATIQUE BÉNIGNE

Processus pathologique

6.8.1 L'hyperplasie prostatique bénigne touche près de 50 % des hommes entre 51 et 60 ans et 90 % des plus de 80 ans. Elle se caractérise par une hyperplasie à la fois des cellules épithéliales et des cellules du stroma de la prostate, en général dans la zone centrale de la glande. La dihydrotestostérone (DHT), convertie à partir de la testostérone plasmatique par l'enzyme 5-alpha-réductase, agit comme propagateur de cette affection. Le traitement médicamenteux cible cet enzyme et réduit ainsi la DHT intracellulaire. Selon la race, la plupart des sujets gardent une glande stable jusqu'à la cinquantaine, après quoi la glande peut augmenter de taille. Chez environ 10 % seulement des hommes, cette affection nécessite un traitement chirurgical.

Signes cliniques

6.8.2 Des symptômes d'obstruction prédominant mais ne sont pas nécessairement liés à la taille de la prostate à l'examen. Le mécanisme d'obstruction est la compression prostatique de l'urètre, qui peut se produire même avec des glandes de taille pratiquement normale. Les symptômes initiaux incluent une baisse de la force du jet urinaire, une hésitation lors du déclenchement de la miction, des gouttes retardataires post-mictionnelles et une sensation de vidange incomplète. À mesure que le degré d'obstruction augmente, la nycturie, l'incontinence par regorgement, la rétention d'urine et une pathologie urinaire obstructive peuvent apparaître. Les cas obstructifs au stade ultime peuvent mettre en danger les reins.

8 Gangrène de Fournier : type de gangrène aigu entraînant une fasciite nécrosante du scrotum, du pénis ou du périnée, dû à des organismes à gram positif, des entérobactéries ou des bactéries anaérobies. Du nom de Jean Alfred Fournier, dermatologue français (1832-1914).

Diagnostic

6.8.3 Une anamnèse et un examen complets sont requis chez tout homme présentant des symptômes dans les voies urinaires inférieures. L'identification d'antécédents d'hématurie, d'infection, de diabète et de maladie neurologique est importante. Le score international symptomatique de la prostate (IPSS)⁹ permet de compléter utilement les antécédents. Une exploration urinaire précédente, un rétrécissement de l'urètre ou l'ajout récent de médicaments peuvent gêner le diagnostic différentiel. Des anticholinergiques peuvent entraver la contractilité de la vessie, tandis que les alpha-agonistes, tels que la pseudoéphédrine, peuvent accroître la résistance à la miction.

6.8.4 Pendant l'examen physique, un toucher rectal et un examen neurologique ciblé sont obligatoires. Un examen de l'abdomen et des organes génitaux externes est requis pour exclure toute distension de la vessie, toute masse urétrale palpable et toute sténose méatique.

6.8.5 Parmi les examens diagnostiques importants figurent une analyse d'urine et une mise en culture pour exclure toute infection, ainsi que des procédures urologiques. Si disponibles, une débitmétrie urinaire, une évaluation du volume résiduel post-mictionnel et une cystomanométrie sont des tests appropriés à envisager chez les hommes présentant des symptômes modérés à sévères. L'urétrocystoscopie peut être envisagée chez les hommes atteints de symptômes modérés à sévères qui ont choisi ou nécessité un traitement chirurgical ou un autre traitement invasif. Cette procédure est utile pour aider le chirurgien à déterminer la meilleure approche chirurgicale.

6.8.6 Des examens radiographiques des voies urinaires supérieures ne sont pas utiles chez les hommes qui présentent des symptômes des voies urinaires inférieures, sauf en présence d'hématurie, d'insuffisance rénale, d'antécédents de lithiase urétérale, d'infections des voies urinaires ou si une chirurgie des voies urinaires a été pratiquée.

Prise en charge

6.8.7 La prise en charge est généralement guidée par la symptomatologie du patient. Une prise en charge conservatrice précoce réussit chez de nombreux patients ; elle peut inclure des modifications du mode de vie, notamment une diminution de l'absorption de liquides et de sel et le renoncement à la caféine et à l'alcool. Si le patient présente une rétention urinaire réfractaire, l'AHCP¹⁰ et les *International Consensus Guidelines* recommandent une résolution chirurgicale des symptômes. La rétention réfractaire se définit comme l'échec d'au moins une tentative de retrait de la sonde urinaire. D'autres affections pouvant requérir une intervention chirurgicale sont les cas récurrents d'infection des voies urinaires, d'hématurie macroscopique, de calculs vésicaux, d'insuffisance rénale ou de grands diverticules vésicaux.

6.8.8 Une résection transurétrale de la prostate (RTUP) est le traitement définitif le plus courant pour une hypertrophie prostatique bénigne. Toutefois, certains patients peuvent être soulagés par des alpha-bloquants (térazosine, prazosine, doxazosine et tamulosine). Les inhibiteurs de la 5-alpha-réductase, tels que le finastéride, sont efficaces pour soulager les cas de gonflement des glandes (> 35 g) par leurs effets « rétrécissants » sur la glande, mais ils mettent parfois jusqu'à six mois avant de produire leur plein effet.

6.8.9 Il est notoire que les alpha-bloquants provoquent de l'hypotension orthostatique, des syncopes, des vertiges et de la fatigue. Les alpha-bloquants sélectifs, tels que la tamulosine, provoquent quelques cas d'hypotension orthostatique et de légers vertiges, mais nettement moins que les alpha-agonistes, surtout à faibles doses. Enfin, le finastéride n'entraîne que peu d'effets secondaires, notamment des céphalées, une impuissance et une baisse de la libido.

9 IPSS : questionnaire d'évaluation utilisé pour calculer la gravité des symptômes mictionnels (voir http://www.usrf.org/questionnaires/AUA_SymptomScore.html).

10 AHCP¹⁰ : *Agency for Health Care Policy and Research*, un département du Service de santé publique des États-Unis.

Considérations aéromédicales

6.8.10 Il peut être nécessaire de déclarer temporairement inaptes les patients présentant une obstruction symptomatique secondaire à une hyperplasie prostatique bénigne (HPB). L'évaluateur exercera son jugement pour déterminer l'importance aéromédicale de symptômes minimes ou légers. En règle générale, si le titulaire de la licence est suffisamment inquiet pour mentionner les symptômes, ceux-ci ont probablement une incidence importante sur les opérations.

6.8.11 En raison de leurs effets secondaires, les alpha-bloquants sont, de tous les médicaments mentionnés, les moins compatibles avec l'exercice de fonctions aéronautiques. Les alpha-bloquants sélectifs peuvent être utiles dans l'environnement aéronautique après une période d'essai au sol sans incident. Même après un essai au sol, ces médicaments devraient être considérés comme inacceptables pour des environnements à force g élevée (acrobaties aériennes). Les effets secondaires minimes du finastéride requièrent un essai au sol, mais ce médicament devrait être acceptable pour l'exercice de la plupart des fonctions aéronautiques.

6.8.12 La RTUP permet généralement une résolution complète des symptômes urinaires, bien que jusqu'à 20 % des patients aient besoin d'une deuxième résection. La morbidité et la mortalité liées à cette procédure sont faibles, mais des complications importantes peuvent survenir, notamment une éjaculation rétrograde, l'impuissance et l'incontinence urinaire. Si la procédure résout les symptômes obstructifs sans morbidité, le sujet sera normalement déclaré apte à exercer des fonctions aéronautiques.

6.9 AFFECTIONS UROLOGIQUES MALIGNES

Généralités

6.9.1 Les affections urothéliales malignes, l'adénocarcinome de la prostate et l'hyperméphrome sont les affections urologiques malignes les plus courantes. Le cancer des testicules, qui est plus rare, constitue la principale affection urologique maligne chez les jeunes.

6.9.2 Le cancer de la vessie est le quatrième type de cancer le plus courant chez les hommes, et le neuvième chez les femmes. Le rapport est de 2,5 cas chez les hommes pour 1 cas chez les femmes. Avec un âge médian de 65 ans au moment du diagnostic, le cancer de la vessie sera diagnostiqué chez plus de 53 000 individus par an en Amérique du Nord. Le carcinome transitionnel est le diagnostic le plus courant. Il se rencontre surtout chez les hommes de type caucasien. Les facteurs de risque incluent l'âge avancé, l'exposition à des dissolvants organiques industriels et le tabagisme. L'hématurie est le premier signe dans près de 90 % des cas. Le taux de survie dépend du stade atteint : les cancers peu avancés (Tis, Ta, T1 dans la classification TNM¹¹) ont un taux de survie à cinq ans de 90 % ; les stades T2, T3 et T4+, des taux de survie à cinq ans de 70, 35 à 50 et 15 %, respectivement.

6.9.3 Le cancer de la prostate est l'affection maligne la plus fréquente chez les hommes en Amérique du Nord et le quatrième type de tumeur le plus fréquent dans le monde. Des facteurs raciaux semblent jouer un rôle car ce cancer sévit plus souvent parmi les hommes noirs, moins chez les Asiatiques, les hommes de type caucasien occupant une position intermédiaire. Son incidence augmente avec l'âge ; il est rare chez les moins de 50 ans. Bien que les carcinomes minimes et avancés tendent à être asymptomatiques au diagnostic, des symptômes mictionnels obstructifs et irritants sont courants chez les patients symptomatiques. Des métastases peuvent se manifester en tant que symptômes constitutionnels, tels que

11 Classification TNM : stades des tumeurs selon trois éléments de base : tumeur initiale (T), adénopathies régionales (N) et métastases à distance (M). Les coefficients servent à indiquer la taille et le degré d'envahissement, 0 décrivant une tumeur non détectable, 1, 2, 3 et 4, une augmentation progressive de la taille et de l'envahissement. En outre, Ta est un carcinome papillaire non invasif et Tis, un carcinome in situ (« tumeur plate »).

douleurs lombaires, dans les côtes ou les hanches. Le diagnostic est établi par biopsie de la prostate réalisée sous échographie par voie transrectale (ETR).

6.9.4 L'hypernéphrome est un cancer rare mais est disqualifiant jusqu'à résolution définitive. Il compte pour environ 2 % de tous les nouveaux cancers et a une prédominance masculine. Le pic d'incidence se situe entre soixante et quatre-vingt-neuf ans et des facteurs tant familiaux que sporadiques semblent y contribuer. La majorité des tumeurs rénales sont découvertes fortuitement, lors d'examens radiographiques réalisés pour d'autres pathologies.

6.9.5 Les cancers des testicules représentent 1 % de toutes les tumeurs et sont responsables de 0,1 % des décès dus au cancer chez les hommes. Le cancer des testicules apparaît au début de l'âge adulte, entre 20 et 40 ans, puis de nouveau à la fin de l'âge adulte, après 60 ans. Dans l'ensemble, l'incidence la plus élevée est constatée chez les jeunes adultes, ce qui fait de ces néoplasmes les tumeurs solides les plus courantes chez les hommes âgés de 20 à 34 ans aux États-Unis et en Grande-Bretagne. Les tumeurs non séminomateuses représentent jusqu'à 60 % des tumeurs germinales testiculaires. Ces tumeurs comprennent les carcinomes embryonnaires, les tératocarcinomes et les tératomes. Jusqu'à 10 % des hommes atteints de tumeurs testiculaires ont des antécédents de mauvaise descente des testicules ; en conséquence, tous les patients atteints de cryptorchidie ont un risque quatre fois plus élevé de cancer des testicules.

6.9.6 C'est pourquoi tout pilote ayant une masse scrotale dure, indolore est considéré comme atteint d'un cancer jusqu'à preuve du contraire et devrait être exclu des fonctions de pilotage jusqu'à diagnostic définitif et éradication complète du problème.

Signes cliniques

6.9.7 Une hématurie indolore est le symptôme le plus fréquent de cancer de la vessie (jusqu'à 90 % des cas). Cette hématurie est assez intermittente, de sorte qu'un résultat négatif sur un ou deux échantillons n'exclut pas la présence d'un cancer de la vessie. Il n'y a pas de technique spécifique d'examen physique utile pour élucider un cancer urothélial, mais des antécédents d'exposition à des facteurs de risque peuvent guider l'examineur.

6.9.8 Le cancer de la prostate se présente généralement avec des symptômes bénins, tels qu'une légère obstruction ou irritation, jusqu'à ce qu'il métastase. C'est pourquoi tout homme de plus de 50 ans ayant un examen anormal au toucher rectal ou une élévation du taux d'antigène prostatique spécifique (PSA) en l'absence d'infection récente devrait subir des examens complémentaires pour exclure une affection maligne. En Amérique du Nord, les hommes d'origine africaine ayant des antécédents familiaux de cancer de la prostate doivent subir le dépistage à partir de 40 ans ; les hommes d'origine caucasienne ayant des antécédents familiaux similaires, à partir de 50 ans. D'autres États peuvent être moins enclins à recommander de tels dépistages.

6.9.9 La triade classique de l'hypernéphrome, comprenant hématurie, douleur abdominale ou dans le flanc et présence d'une masse abdominale ou dans le flanc, se présente chez moins de 20 % de tous les patients atteints d'hypernéphrome. Ce type de tumeur est habituellement appelé « tumeur de l'interniste », secondaire à de nombreux syndromes paranéoplasiques, notamment une érythrocytose ou une anémie, une hypercalcémie, une dysfonction hépatique non métastatique, une dysfibrinogénémie, de l'hypertension ou une hypercalcémie.

6.9.10 La tumeur testiculaire se présente généralement comme un nodule ou un gonflement indolore d'une gonade. Chez environ 10 % des patients, les premiers symptômes peuvent être dus à des métastases. Une métastase pulmonaire peut se signaler par de la toux ou de la dyspnée, tandis qu'une métastase d'un ganglion lymphatique supraclaviculaire peut se présenter sous la forme d'une masse dans le cou. D'autres symptômes peuvent inclure des symptômes gastro-intestinaux dus à une métastase rétroduodénale, des maux de dos ou autres douleurs osseuses, un dysfonctionnement du système nerveux central et périphérique, et une stase veineuse.

Diagnostic

6.9.11 Les cellules urothéliales malignes peuvent s'observer à l'examen cytologique des sédiments urinaires ou des lavages vésicaux. Toutefois, une cystoscopie est requise chez tout patient ayant une hématurie à potentiel malin. Une imagerie de contraste des voies urinaires supérieures et du parenchyme rénal (UIV ou pyélographie rétrograde) est aussi obligatoire pour exclure tout cancer rénal ou toute affection urothéliale maligne des voies urinaires supérieures. Une tomodensitométrie avec injection de produit de contraste et une échographie sont précieuses pour diagnostiquer une pathologie du parenchyme rénal, la tomodensitométrie pouvant contribuer à différencier la tumeur. Une IRM peut être requise pour exclure tout processus malin chez un patient ayant une mauvaise fonction rénale.

6.9.12 Le carcinome de la prostate est généralement diagnostiqué par biopsie réalisée sous échographie par voie transrectale chez tout homme dont l'examen par toucher rectal est anormal ou qui a un taux élevé de PSA. Une biopsie transpérinéale de la prostate peut être nécessaire chez les hommes ayant des anomalies du rectum.

6.9.13 Le diagnostic différentiel primaire d'une masse testiculaire couvre le cancer testiculaire, la torsion du testicule, l'épididymite ou l'épididymo-orchite. Une hydrocèle, une hernie, un hématome, une spermatocele ou la gomme syphilitique sont des problèmes moins courants. L'échographie du scrotum est fondamentalement une extension de l'examen physique. Toute zone hypoéchogène au sein de l'albuginée doit faire nettement suspecter un cancer du testicule. Les examens initiaux pour exclure toute métastase incluent des radiographies thoraciques de profil et à incidence postéro-antérieure ainsi qu'une tomographie abdominale.

6.9.14 Les marqueurs tumoraux sont relativement spécifiques et peuvent être aisément dosés chez un patient suspecté de cancer testiculaire. L'alpha-fœtoprotéine (AFP) peut être produite par un carcinome embryonnaire pur, par un tératocarcinome, par une tumeur vitelline ou par une combinaison de tumeurs, mais pas par un choriocarcinome pur ou un séminome. On a constaté que des cellules syncytiotrophoblastiques sont responsables de la production de hCG¹², qui se trouve dans tous les choriocarcinomes, dans environ la moitié des carcinomes embryonnaires et dans jusqu'à 10 % des séminomes purs. Les taux de lactico-déshydrogénase (LDH) se sont révélés en corrélation directe avec la charge tumorale dans les tumeurs germinales.

Prise en charge

6.9.15 Un carcinome urothélial requiert une évaluation urologique, un traitement et un suivi minutieux. Des cancers de faible intensité peuvent souvent être gérés par voie transurétrale et, parfois, par des agents de chimiothérapie intravésicaux qui justifient une surveillance étroite. Les tumeurs des voies urinaires supérieures, telles que les tumeurs urétérales, exigent généralement une excision complète avec le rein homolatéral, car elles sont très difficiles à surveiller et à traiter par des agents chimiothérapeutiques urothéliaux directs. La plupart de ces tumeurs résistent à la radiothérapie ou à une chimiothérapie systémique. Tous les patients atteints d'affections urothéliales malignes requièrent une surveillance régulière.

6.9.16 L'hypernéphrome nécessite aussi un traitement chirurgical lorsqu'il est manifestement localisé. Les technologies d'ablation par laparoscopie, chirurgie ouverte ou percutanée peuvent offrir le meilleur traitement pour cette maladie. Les métastases peuvent réagir à une immunomodulation complémentaire (IL-2, interféron), ce qui améliore la survie chez certains patients après excision de la tumeur primaire. Ce dernier groupe de patients ne répond manifestement pas aux critères d'aptitude à l'exercice de fonctions de pilote.

6.9.17 Les options de prise en charge des patients présentant des adénocarcinomes de la prostate cliniquement localisés (stades T1-T2) comprennent l'observation, la radiothérapie et la prostatectomie radicale. Toutefois, 75 % des patients mis sous simple observation connaissent une progression locale et 20 % développent des métastases. La

¹² hCG : gonadotrophine chorionique humaine.

prostatectomie radicale peut offrir le meilleur taux de guérison, mais elle entraîne souvent impuissance et incontinence. La radiothérapie primaire consiste en 60 à 70 Gy d'irradiation de la prostate et provoque une proctite et une urétrite aiguës et chroniques, l'impuissance et, occasionnellement des sténoses rectales, des fistules et des saignements. *Le cancer avancé de la prostate se traite par castration chirurgicale ou médicale et hormonothérapie ; il est disqualifiant pour toutes les fonctions aéronautiques.* Le taux de PSA est un marqueur de pronostic utile ; après traitement, l'élévation progressive du taux de PSA indique une récurrence.

6.9.18 Les tumeurs germinales non séminomateuses ont un taux de guérison dépassant les 95 % dans les cas peu avancés traités par chimiothérapie combinant bléomycine, étoposide et cisplatine (BEP) après orchidectomie. Des cas plus avancés peuvent atteindre des taux de guérison similaires s'ils sont traités par dissection des ganglions lymphatiques rétropéritonéaux en combinaison avec la thérapie susmentionnée. Une chimiothérapie de sauvetage en cas de récurrence tumorale est très efficace, mais le patient doit être suivi de près avec des radiographies thoraciques, une tomodensitométrie abdomino-pelvienne et des dosages des marqueurs tumoraux.

6.9.19 Une chimiothérapie de type BEP peut provoquer des complications ultérieures, notamment une baisse de la fonction rénale, un phénomène de Raynaud¹³, une neurotoxicité, une grave occlusion vasculaire, une toxicité pulmonaire chronique et des foyers cancéreux secondaires. La toxicité pulmonaire suscite de graves préoccupations dans le monde aéronautique parce qu'une exposition chronique à 100 % d'oxygène, qui peut se produire dans le cadre de l'exercice de fonctions aéronautiques, peut aggraver la situation de la personne concernée.

Considérations aéromédicales

6.9.20 Heureusement, une récurrence de carcinome urothélial superficiel de faible intensité n'entraînera probablement pas d'incapacité soudaine. Toutefois, la récurrence peut aussi se présenter sous la forme de métastases, qui peuvent provoquer une incapacité majeure et potentiellement soudaine. Des métastases cérébrales issues d'une tumeur urologique peuvent gravement entraver la fonction cognitive sans que la personne ne s'en rende compte. Les traitements en cours posent aussi des risques pour la sécurité aérienne. C'est pourquoi il est recommandé qu'un pilote ne soit admis à reprendre ses fonctions qu'après être resté exempt de maladie pendant deux ans. Un retour plus précoce peut être envisagé si les avis des spécialistes indiquent que le risque est assez bas pour être acceptable.

6.9.21 Sur le plan aéromédical, les altérations dues à un hypernéphrome proviennent plus de complications de la chirurgie que de toute autre cause. Étant donné que les tumeurs aux premiers stades s'accompagnent de taux de survie favorables, une néphrectomie radicale est généralement recommandée pour ces patients. Le rein restant doit faire l'objet d'une vigilance accrue pour garantir son fonctionnement mais, si tout se passe bien, le pilote pourra être déclaré apte après deux ans, à condition qu'il soit exempt de maladie et ait terminé tout traitement médicamenteux. Un retour plus précoce pourrait être envisagé si les avis des spécialistes indiquent que le risque est assez bas pour être acceptable.

6.9.22 Un pilote atteint d'un carcinome de la prostate ne devrait pas exercer de fonctions aéronautiques avant la fin du traitement définitif et ne pourra être déclaré apte qu'après une période d'au moins deux ans sans indices de récurrence ou de métastases. Les mêmes restrictions opérationnelles s'appliquent au cancer des testicules. Vu le potentiel morbide à long terme de la chimiothérapie, surtout à la bléomycine, et la logistique associée à la surveillance des patients aux premiers stades de la maladie, il peut être déraisonnable de reprendre des fonctions aéronautiques plus tôt. Toutefois, un retour précoce pourrait être envisagé si les avis des spécialistes indiquent que le risque est assez bas pour être acceptable.

13 Phénomène de Raynaud : ischémie bilatérale transitoire des doigts, des orteils et parfois des oreilles et du nez, avec pâleur et douleur sévères. Du nom de Maurice Raynaud, médecin français (1834-1881).

6.10 CONCLUSION ET CONSIDÉRATIONS SPÉCIFIQUES

6.10.1 Comme indiqué dans les remarques d'introduction au présent chapitre, il est entendu que le médecin-examineur doit exercer ses facultés d'interprétation et de jugement, souvent en consultation avec les spécialistes et avec l'évaluateur médical du Service de délivrance des licences. Beaucoup de cas de ce type devront être soumis à l'évaluateur médical pour décision aéromédicale finale. Beaucoup d'affections urologiques analysées sont incompatibles avec l'exercice de fonctions de pilote, notamment les infections, les lithiases, les affections malignes et certains traitements de pathologies urologiques. Un de ces médicaments non encore évoqué ici est le sildénafil (Viagra®), un inhibiteur sélectif de la phosphodiesterase de type 5 qui améliore les effets vasodilatateurs de l'oxyde d'azote sur les fibres musculaires lisses des lits capillaires. Ce médicament, couramment utilisé pour le traitement de la dysfonction érectile, ne doit pas être pris dans les 24 heures précédant un vol prévu. De plus, il faut s'abstenir d'en prendre en même temps que des nitrates, car cette combinaison a provoqué des décès.

6.10.2 Un traitement de remplacement de la testostérone ne devrait pas empêcher un pilote d'exercer ses fonctions et est généralement bien toléré, avec des effets secondaires minimes, s'il est pris pour des problèmes d'hypogonadisme. Bien entendu, le sujet doit subir un bilan complet pour exclure une cause hypophysaire. Une évaluation appropriée du fonctionnement hypophysaire inclut le dosage de la prolactine, de l'hormone de stimulation folliculaire et de l'hormone lutéinisante. Une IRM de l'hypophyse et de la selle turcique est requise pour les patients présentant des taux anormaux de ces hormones.

6.10.3 Les pathologies des surrénales sont analysées ailleurs dans le présent manuel, mais la prise en charge de nombreuses lésions des surrénales est souvent assurée par un urologue. Nous nous limiterons ici à signaler que des lésions telles qu'un adénome des surrénales, un phéochromocytome, un neuroblastome et un carcinome excluront sans doute la certification médicale. Une éradication complète de ces tumeurs avec retour à des états physiologiques normaux ou, dans le cas d'une affection maligne, une période de deux ans exempte de maladie peut être nécessaire avant que le sujet puisse reprendre ses fonctions aéronautiques.

6.10.4 Dans le présent chapitre, les affections urologiques les plus courantes que peut rencontrer un médecin-examineur en médecine aéronautique sont passées en revue. Pour les maladies urologiques non incluses ici, c'est en consultation avec des médecins spécialistes et l'évaluateur médical du Service de délivrance des licences que pourront être prises des dispositions aéromédicales appropriées pour garantir la sécurité des vols.

RÉFÉRENCES/SUGGESTIONS DE LECTURES

Le présent chapitre s'appuie sur des informations tirées de trois sources principales :

Rayman, R.B., et al., *Clinical Aviation Medicine*. 4th ed., Professional Publishing Group, Ltd., New York, 2006.

USAF Air Force Waiver Guide :

http://aviationmedicine.com/resources/files/PDF/VFS_attachments_07/USAF%20Wavier%20Guide%20PDF.pdf

Walsh P.C., et al., (eds.), *Campbell's Urology*. 8th ed., Saunders, Philadelphia, 2002.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 7. GYNÉCOLOGIE ET OBSTÉTRIQUE	III-7-1
7.1 Introduction	III-7-1
7.2 Troubles gynécologiques	III-7-1
Troubles menstruels	III-7-1
7.3 Endométriose	III-7-2
7.4 Chirurgie gynécologique	III-7-2
7.5 Grossesse	III-7-2
Pilotes et grossesse	III-7-3
Contrôleurs de la circulation aérienne et grossesse	III-7-4
Interruption de grossesse	III-7-4

Chapitre 7

GYNÉCOLOGIE ET OBSTÉTRIQUE

7.1 INTRODUCTION

7.1.1 Pour évaluer les problèmes gynécologiques et l'état de grossesse du point de vue de la délivrance des licences, le médecin-examineur désigné doit avoir une bonne connaissance de la façon dont ces états peuvent affecter la candidate dans l'exercice de ses fonctions.

7.1.2 Les présents éléments indicatifs n'ont pas de caractère normatif ; leur principal objet est d'aider à appliquer les dispositions de l'Annexe 1.

7.2 TROUBLES GYNÉCOLOGIQUES

Troubles menstruels

7.2.1 L'Annexe 1 prévoit, pour toutes les classes d'attestations médicales, que

6.3.2.18 (6.4.2.18, 6.5.2.18) Les candidats souffrant d'une affection rénale ou génito-urinaire seront déclarés inaptes, à moins qu'ils n'aient fait l'objet d'une enquête appropriée et qu'il n'ait été estimé que leur état ne risque pas de les empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de leur licence et de leurs qualifications.

7.2.2 La dysménorrhée est une affection courante assortie de symptômes allant d'un léger inconfort à des douleurs abdominales sévères, des céphalées et des maux de dos, des nausées et vomissements, des diarrhées, vertiges et une sensation de fatigue. Généralement, elle se limite aux 24 à 48 heures entourant le déclenchement du flux menstruel et l'aptitude à exercer des fonctions aéronautiques en est rarement diminuée de façon significative. Un traitement avec des contraceptifs oraux et des AINS (anti-inflammatoires non stéroïdiens) est très efficace et généralement bien toléré. Le recours à des contraceptifs oraux est acceptable dans l'environnement aéronautique, mais lors d'une première utilisation d'AINS il convient de faire un essai initial hors service afin que le médecin-examineur puisse s'assurer que le traitement n'induit pas d'effets secondaires significatifs, tels que des symptômes gastro-intestinaux, des troubles visuels ou de la somnolence. Dans des cas sévères, surtout lorsqu'une maladie sous-jacente telle qu'une endométriose ou une atteinte inflammatoire pelvienne est suspectée (dysménorrhée secondaire), une évaluation diagnostique appropriée est importante et il faut consulter un spécialiste.

7.2.3 Le syndrome prémenstruel (SPM) peut se produire durant la semaine précédant le déclenchement des menstruations. Les symptômes sont en partie mentaux (sautes d'humeur, anxiété et dépression) et en partie physiques (ballonnements, céphalées et mauvaise coordination).

7.2.4 Vu le large spectre de symptômes et leur degré variable de gravité, ainsi que les nombreux types différents de médicaments généralement prescrits, l'évaluation devra se faire au cas par cas. Dans la plupart des cas, le traitement médicamenteux se révélera insatisfaisant et l'aptitude pour les fonctions aéronautiques sera souvent réduite pendant plusieurs jours par mois.

7.3 ENDOMÉTRIOSE

7.3.1 Bien que bénigne, l'endométriose peut provoquer un inconfort assez grave, notamment des douleurs abdominales basses ou suprapubiennes, généralement juste avant la période de menstruation ou pendant ses premiers jours. Il existe plusieurs options de traitement médical et chirurgical.

7.3.2 Si les symptômes sont bien maîtrisés par des contraceptifs oraux ou de légers analgésiques, cette affection est généralement compatible avec l'exercice de fonctions aéronautiques. Les personnes qui subissent un traitement chirurgical réussi seront normalement guéries et aptes à piloter en toute sécurité après une période appropriée de rétablissement. Le groupe intermédiaire, comprenant des patientes qui présentent des symptômes modérés mais sous traitement et avec une réduction d'aptitude plusieurs jours par mois, est plus difficile à évaluer. Généralement, la décision finale devrait être laissée à l'évaluateur médical du Service de délivrance des licences. Le médecin-examineur, en consultation avec un gynécologue, devrait peser minutieusement tous les facteurs pertinents avant d'émettre une recommandation.

7.4 CHIRURGIE GYNÉCOLOGIQUE

7.4.1 Les dispositions de l'Annexe 1 spécifient, pour toutes les classes d'attestations médicales, que

6.3.2.19 (6.4.2.19, 6.5.2.19) Les candidats qui présentent des séquelles de maladie ou d'intervention chirurgicale sur les reins ou l'appareil génito-urinaire, notamment une obstruction par rétrécissement ou compression, seront déclarés inaptes à moins que leur état n'ait fait l'objet d'une enquête et d'une évaluation conformes aux meilleures pratiques médicales et qu'il n'ait été estimé qu'il n'est pas susceptible de les empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de leur licence ou de leurs qualifications.

7.4.2 Une intervention majeure de chirurgie gynécologique entraînera normalement l'inaptitude pendant une période de deux à trois mois et certaines procédures telles que l'hystérectomie peuvent exiger une période de rétablissement plus longue.

7.5 GROSSESSE

7.5.1 Les dispositions de l'Annexe 1 spécifient, pour les attestations médicales de classes 1 et 2, que :

6.3.2.21 (6.4.2.21) Les candidates qui sont enceintes seront déclarées inaptes, à moins qu'une évaluation obstétricale et un suivi médical constant n'indiquent que la grossesse est sans complication et à faible risque.

6.3.2.21.1 (6.4.2.21.1) **Recommandation.**— *Il est recommandé que, dans le cas des candidates dont la grossesse est sans complication et à faible risque qui sont évaluées et suivies conformément aux dispositions du § 6.3.2.21, la déclaration d'aptitude soit limitée à la période comprise entre la fin de la 12^e semaine et la fin de la 26^e semaine de gestation.*

6.3.2.22 (6.4.2.22) Après un accouchement ou une interruption de grossesse, la candidate ne sera autorisée à exercer les privilèges de sa licence qu'après avoir subi une nouvelle évaluation conforme aux meilleures pratiques médicales et qu'il a été déterminé qu'elle peut exercer avec sécurité les privilèges de sa licence ou de ses qualifications.

7.5.2 Dans une grossesse sans complication, la plupart des fonctions du corps s'adaptent à l'effort accru que se voit imposer une femme jeune et en bonne santé, de sorte qu'elle peut poursuivre ses activités normales dans leur cadre habituel jusqu'à une date proche du travail et de l'accouchement.

Pilotes et grossesse

7.5.3 Une candidate pilote qui est enceinte se trouve confrontée à un milieu (aérien) inhabituel et hostile qui peut nuire au processus d'adaptation de ses organes. Dès qu'elle se croit enceinte, elle devrait voir son médecin ainsi qu'un spécialiste de médecine aéronautique. Il est souhaitable, non seulement pour sa propre protection mais aussi pour garantir la sécurité aérienne, que son obstétricien soit au courant du type de vol qu'elle envisage de réaliser, en particulier parce que les complications courantes de la grossesse peuvent être détectées et traitées par observation, évaluation et suivi prénatals appropriés.

7.5.4 Le médecin-examineur devrait tenir compte des importantes modifications physiologiques liées à la grossesse, qui peuvent compromettre la sécurité du pilotage d'un aéronef à n'importe quelle altitude tout au long d'un vol long ou difficile :

- les nausées et vomissements de début de grossesse, qui se produisent dans 30 % des cas, peuvent entraîner déshydratation et malnutrition ;
- environ 15 % des embryons meurent pendant le premier trimestre ;
- en début de grossesse, on constate une augmentation du débit cardiaque allant de pair avec une augmentation du volume systolique, de la fréquence cardiaque et du volume plasmatique ;
- le taux d'hémoglobine (et d'hématocrite) commence à baisser entre le troisième et le cinquième mois et atteint son niveau le plus faible au huitième mois ;
- un régime alimentaire approprié complété de fer et d'acide folique est nécessaire, mais l'automédication et les prescriptions médicales sont à éviter ;
- les varicosités veineuses sont trois fois plus fréquentes chez la femme que chez l'homme, et la thrombose veineuse profonde ainsi que l'embolie pulmonaire comptent parmi les maladies vasculaires graves les plus courantes pendant la grossesse ;
- à mesure que l'utérus s'élargit, il comprime la veine cave, gênant ainsi la circulation du sang ;
- le développement progressif du fœtus, du placenta, de l'utérus et des seins ainsi que la vascularisation de ces organes créent un accroissement des besoins en oxygène ;
- l'accroissement du volume sanguin et des besoins en oxygène produit une augmentation progressive de la charge de travail du cœur et des poumons ;
- les changements hormonaux influent sur la fonction pulmonaire en abaissant le seuil de sensibilité au dioxyde de carbone du centre respiratoire, et ils influent ainsi sur la fréquence respiratoire ;
- l'effort accru de respiration pour surmonter la pression qui s'exerce sur le diaphragme mène à une plus grande conscience de la respiration et, éventuellement, à une consommation d'oxygène plus élevée ;
- l'effet de l'hypoxie à haute altitude augmente encore l'effort de ventilation nécessaire pour répondre aux besoins croissants en oxygène de tous les tissus.

7.5.5 Dès que la grossesse est confirmée, l'intéressée devrait se présenter au médecin-examineur désigné. Si elle est déclarée apte, c.-à-d. si sa grossesse est considérée comme une grossesse normale, sans complication et à faible risque et si les informations reçues de son obstétricien, de son médecin traitant et/ou de la sage-femme étayent cette évaluation, elle peut continuer à exercer les privilèges de sa licence de la fin de la 12^e semaine jusqu'à la fin de la

26^e semaine de la période de gestation. Une surveillance médicale étroite doit être mise en place pour la partie de la grossesse pendant laquelle l'intéressée continue à exercer ses fonctions de pilote et toutes les anomalies doivent être signalées au médecin-examineur. Sous réserve d'un péripartum sans complication et d'un rétablissement complet, l'intéressée pourra reprendre son travail quatre à six semaines après l'accouchement.

Contrôleurs de la circulation aérienne et grossesse

7.5.6 Les dispositions de l'Annexe 1 spécifient, pour les attestations médicales de classe 3, que :

6.5.2.21 Les candidates qui sont enceintes seront déclarées inaptes, à moins qu'une évaluation obstétricale et un suivi médical constant n'indiquent que la grossesse est sans complication et à faible risque.

6.5.2.21.1 **Recommandation.**— *Il est recommandé de prendre des précautions pour assurer le remplacement en temps utile d'une contrôleuse de la circulation aérienne enceinte en cas de début prématuré du travail ou d'autre complication.*

6.5.2.21.2 **Recommandation.**— *Il est recommandé que, dans le cas des candidates dont la grossesse est sans complication et à faible risque qui sont évaluées et suivies conformément aux dispositions du § 6.5.2.21, la déclaration d'aptitude soit limitée à la période se terminant à la fin de la 34^e semaine de gestation.*

6.5.2.22 Après un accouchement ou une interruption de grossesse, la candidate ne sera autorisée à exercer les privilèges de sa licence qu'après avoir subi une nouvelle évaluation conforme aux meilleures pratiques médicales et qu'il a été déterminé qu'elle peut exercer avec sécurité les privilèges de sa licence ou de ses qualifications.

7.5.7 Dès que la grossesse est confirmée, l'intéressée devrait se présenter au médecin-examineur désigné. Si elle est déclarée apte, elle peut continuer à exercer les privilèges de sa licence. Certains États contractants prennent la précaution supplémentaire de porter sur l'attestation médicale une annotation du genre : « sous réserve qu'un autre contrôleur possédant des qualifications analogues se trouve à proximité de la titulaire pendant qu'elle exerce les privilèges de sa licence ». Une surveillance médicale étroite doit être mise en place pour la partie de la grossesse pendant laquelle l'intéressée continue à exercer ses fonctions de contrôleuse de la circulation aérienne et toutes les anomalies devraient être signalées au médecin-examineur. L'intéressée devrait cesser de travailler à la fin de la 34^e semaine de la période de gestation. Sous réserve d'un péripartum sans complication et d'un rétablissement complet, l'intéressée pourra reprendre son travail quatre à six semaines après l'accouchement.

Interruption de grossesse

7.5.8 Les fausses couches (avortements spontanés) sont très courantes ; environ 15 % de toutes les grossesses se terminent par un avortement spontané. Quelques jours d'observation pour s'assurer que les saignements s'arrêtent peuvent suffire, mais une aspiration ou une dilatation et un curetage pour garantir l'évacuation totale du contenu de l'utérus sont fréquemment réalisés.

7.5.9 L'avortement provoqué, généralement par aspiration ou par dilatation et curetage, impliquera dans la majorité des cas une période d'inaptitude de moins d'une semaine car ces procédures sont en général très sûres, le taux de complications graves étant inférieur à 1 % et le taux de mortalité, inférieur à un cas sur 100 000.

7.5.10 Le risque de complications s'accroît à mesure que l'âge foetal augmente. Bien que rares, des complications telles qu'une hémorragie post-avortement, une inflammation pelvienne, une péritonite et une septicémie peuvent se produire.

7.5.11 La « pilule abortive » (mifépristone, un inhibiteur des récepteurs de progestérone) est utilisée dans les sept premières semaines de grossesse. Un deuxième médicament (prostaglandine) est donné deux jours plus tard pour déclencher les contractions utérines et terminer l'avortement.

7.5.12 Cette méthode est très sûre et l'inaptitude est limitée à quelques jours.

7.5.13 Chez la plupart des femmes, l'avortement n'induit pas de séquelles mentales néfastes. Toutefois, si une grossesse désirée doit être interrompue pour des motifs médicaux (maternels ou fœtaux) ou si l'intéressée hésite beaucoup à mettre fin à la grossesse, les séquelles mentales peuvent être prononcées. En conséquence, le médecin-examineur doit accorder une attention particulière aux effets psychologiques de l'avortement provoqué avant d'autoriser la reprise de fonctions.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 8. L'APPAREIL MUSCULO-SQUELETTIQUE.....	III-8-1
8.1 Introduction	III-8-1
8.2 Douleurs dorsales	III-8-1
Colonne cervicale	III-8-1
Colonne lombaire	III-8-2
8.3 Arthrite	III-8-2
8.4 Infirmités des membres supérieurs et inférieurs	III-8-2
8.5 Éléments d'orientation pour l'évaluation	III-8-3

Chapitre 8

L'APPAREIL MUSCULO-SQUELETTIQUE

8.1 INTRODUCTION

8.1.1 Les chapitres d'introduction du présent manuel énoncent les principes de base de l'évaluation de l'aptitude physique et mentale des candidats à des fonctions aéronautiques.

8.1.2 Les dispositions d'ordre général du paragraphe 6.2.2 de l'Annexe 1 stipulent que le candidat doit être exempt de toute anomalie, invalidité, etc. « qui entraînerait un degré d'incapacité fonctionnelle susceptible de compromettre la sécurité d'un aéronef ou d'empêcher le candidat d'exercer ses fonctions avec sécurité. »

8.1.3 Les normes minimales d'aptitude relatives à l'appareil musculo-squelettique d'un candidat figurent au paragraphe 6.3.2.23 de l'Annexe 1 pour l'attestation médicale de classe 1 (et dans les paragraphes correspondants du Chapitre 6 pour les attestations médicales de classes 2 et 3).

6.3.2.23 Le candidat ne présentera pas d'anomalie des os, des articulations, des muscles, des tendons ou des structures connexes qui soit susceptible de l'empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de sa licence et de ses qualifications.

Note.— Les séquelles de lésions affectant les os, les articulations, les muscles ou les tendons, et certains défauts anatomiques exigeront normalement une évaluation fonctionnelle pour déterminer l'aptitude du candidat.

8.1.4 Toutefois, il est entendu qu'une certaine latitude est laissée pour l'interprétation et le jugement personnel du médecin-examineur, compte tenu non seulement des facteurs médicaux mais aussi des facteurs opérationnels et environnementaux pertinents pour l'évaluation aéromédicale d'ensemble du candidat.

8.1.5 Lors de l'évaluation de l'appareil musculo-squelettique, le médecin-examineur portera une attention particulière aux points suivants.

8.2 DOULEURS DORSALES

8.2.1 Les douleurs dorsales sont courantes et présentent un problème particulier. Toute personne qui souffre d'instabilité ou de faiblesse musculaire devrait utiliser un harnais de soutien au niveau des épaules. Toute raideur des hanches augmentera aussi la fatigue dorsale des aviateurs, qui doivent rester assis longtemps tout en manœuvrant les pédales de commande. La mobilité et la stabilité du cou sont indispensables.

Colonne cervicale

8.2.2 En tournant la tête de 45° (d'un côté à l'autre), un pilote arrive dans la plupart des cas à obtenir un champ de vision latérale suffisant du point de vue de la sécurité des vols ; il est peu probable qu'un pilote incapable d'un tel mouvement puisse réaliser en vol une rotation des épaules et du torse qui soit suffisante pour compenser la rigidité du cou.

Colonne lombaire

8.2.3 Les lombalgies sont un problème courant chez les aviateurs. Elles peuvent s'accompagner de douleurs propagées par le nerf sciatique qui irradient vers les jambes. Les causes des lombalgies sont, entre autres,

- a) un défaut mécanique local : par ex. blessure (« lombalgie aiguë ») ou anomalie structurelle (« lombalgie chronique ») ou une anomalie d'un disque intervertébral ;
- b) atteintes spécifiques des vertèbres ;
- c) fonction physiologique ou anormale d'autres parties du corps.

8.2.4 Les crises de douleurs aiguës, soudaines, et très souvent imprévisibles, qui peuvent entraîner une grave incapacité en vol, revêtent une importance toute particulière pour la sécurité aérienne.

8.2.5 L'aptitude médicale devrait être déterminée compte tenu du degré de récupération fonctionnelle et du risque de récurrence susceptible de provoquer une incapacité soudaine.

8.2.6 Il n'y a pas lieu d'examiner, dans le cadre du présent manuel, le traitement des divers types de douleurs dorsales (lombaires). Le médecin-examineur doit cependant être en mesure d'évaluer les effets potentiellement dangereux de toute pharmacothérapie prolongée (au moyen d'analgésiques et de relaxants musculaires), dont il est fait mention aussi au Chapitre 14 de la Partie III du présent manuel.

8.3 ARTHRITE

8.3.1 Pour déterminer l'aptitude médicale d'un candidat ayant des antécédents d'arthrite, il y a lieu de tenir compte des facteurs ci-après :

- a) gravité de la maladie ;
- b) vitesse d'évolution ;
- c) fonction musculo-squelettique, et notamment toute diminution importante de la motricité ;
- d) toutes complications de nature à provoquer l'incapacité soudaine en vol.

8.3.2 Comme il est indiqué ci-dessus, il y a lieu aussi de prendre en considération les effets de tout traitement de longue durée qui risqueraient de porter atteinte à la sécurité aérienne ou d'être cause d'incapacité soudaine.

8.4 INFIRMITÉS DES MEMBRES SUPÉRIEURS ET INFÉRIEURS

8.4.1 Toute séquelle significative de maladie, de blessure ou d'anomalie congénitale des os, des articulations, des muscles ou des tendons devrait être évaluée pour déterminer la capacité fonctionnelle résiduelle des membres, nécessaire pour que le candidat puisse s'acquitter sans danger de ses fonctions aéronautiques, notamment des procédures d'urgence.

8.4.2 L'amputation de toute partie d'un membre supérieur devrait entraîner le rejet d'un candidat à une licence de pilote professionnel, à moins qu'il n'ait conservé une fonction de préhension bilatérale qui lui permette de manipuler les

commandes avec toute la sécurité voulue. On déterminera si une prothèse peut être acceptable dans des circonstances particulières. Pour les attestations médicales des classes 2 et 3, un candidat peut être déclaré apte s'il est porteur d'une prothèse satisfaisante.

8.4.3 En cas d'amputation d'un membre inférieur, un candidat peut être considéré apte pour une attestation médicale de classe 1 s'il est porteur d'une prothèse satisfaisante et peut prouver son habileté à l'utiliser. Une restriction à un type d'aéronef spécifique sera probablement requise.

8.4.4 Les effets indésirables liés à l'utilisation de médicaments pour limiter les spasmes musculaires ou d'autres affections, notamment les séquelles d'un traumatisme crânien causé par un accident ayant entraîné une infirmité d'un membre, doivent être pris en considération. Parfois c'est le médicament plutôt que l'infirmité qui sera le facteur de limitation pour la certification.

8.5 ÉLÉMENTS D'ORIENTATION POUR L'ÉVALUATION

8.5.1 Les problèmes liés à des difformités orthopédiques, amputations, limitations du jeu normal des articulations, à la faiblesse de groupes de muscles, etc. doivent tous être évalués individuellement. Comme pour toutes les autres pathologies pouvant avoir une incidence sur la sécurité aérienne, le médecin-examineur doit évaluer ces problèmes en tenant compte à la fois de la mesure dans laquelle ils peuvent gêner le candidat dans l'exécution de ses fonctions dans des conditions normales et des risques particuliers d'incapacité soudaine ou de détérioration pouvant se manifester pendant le vol, y compris les vols longs et difficiles. En l'absence de signes neurologiques objectifs, il s'agit avant tout de déterminer le degré d'incapacité du candidat, ce qui est rendu plus difficile par le fait que les renseignements disponibles sont surtout de nature subjective.

8.5.2 L'évaluation de ces cas nécessitera souvent des épreuves en vol à des fins médicales, comme celles qui sont décrites au Chapitre 2 de la Partie I. Cela donnera aux candidats la possibilité de démontrer qu'ils peuvent s'acquitter avec compétence de toutes les tâches nécessaires qui peuvent leur être confiées sur chaque type d'aéronef pour lequel ils détiennent une licence.

8.5.3 Pendant l'épreuve en vol à des fins médicales, l'évaluation du candidat devrait porter sur sa faculté d'atteindre rapidement et d'actionner efficacement toutes les commandes qui exigeraient normalement l'utilisation du ou des membres déficients. Il faudrait aussi évaluer la capacité du candidat à bouger la tête et le torse pour compenser tout manque de mobilité du cou.

8.5.4 L'évaluation doit se faire par rapport au plein débattement de chaque commande et jusqu'à l'effort maximal à exercer pour sa manœuvre, sur chacun des avions pour lesquels la licence est demandée. Sur nombre d'aéronefs, les gouvernes de profondeur et de direction exigent une force considérable. Les commandes du moteur, des accessoires et de l'hélice, ainsi que les commandes des volets et du train d'atterrissage, sont habituellement actionnées par de petits mouvements d'avant en arrière, vers le haut et vers le bas ou rotatifs, qui requièrent relativement peu d'effort. Les commandes des radios et les petits boutons, tout en exigeant un effort négligeable, mettent cependant en jeu une certaine force de pincement ou d'opposition. Certaines prothèses permettent d'effectuer ces fonctions. Pour évaluer la fonction des membres inférieurs, il faut prêter une attention particulière à la capacité du candidat à effectuer de façon sûre et efficace les mouvements requis pendant les opérations de freinage au sol.

8.5.5 On exigera qu'un candidat handicapé démontre qu'il peut compenser son handicap avec sécurité. Il faudra donc s'assurer qu'il peut s'acquitter de ses fonctions de manière satisfaisante, non seulement dans les conditions normales de vol, mais aussi pendant toutes les urgences qui risquent de se présenter en vol et pendant l'évacuation d'urgence. Le pilotage des hélicoptères, qui manquent intrinsèquement de stabilité, exige une manipulation des commandes plus importante que celui de la plupart des avions et pose par conséquent plus de difficultés.

8.5.6 Pour évaluer une prothèse, il faut également tenir compte des aspects de navigabilité de tous les attributs techniques requis. Si la prothèse est requise pour un pilotage sûr de l'aéronef, elle devrait être considérée comme un prolongement des commandes de l'aéronef et donc respecter les normes de navigabilité de manière équivalente.

8.5.7 En règle générale, l'aptitude du candidat devrait être déterminée sur la base d'investigations médicales approfondies, y compris une évaluation fonctionnelle menée en consultation avec un expert des opérations aéronautiques. Il sera parfois nécessaire d'annoter une licence en y portant une ou plusieurs limitations particulières, qui restreignent par exemple sa validité au pilotage d'un type particulier d'aéronef ou d'un aéronef doté de commandes ou d'équipements de bord spéciaux. Bien que les candidats ayant des difficultés musculo-squelettiques puissent représenter un défi aéromédical, beaucoup de candidats présentant des problèmes orthopédiques importants pourront être évalués comme aptes à piloter en toute sécurité pourvu que suffisamment de temps et d'efforts soient consacrés, pour le compte de l'autorité de réglementation et de l'individu, à la conception d'un système assurant la sécurité opérationnelle et que les limitations nécessaires soient imposées.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 9. SANTÉ MENTALE.....	III-9-1
9.1 Introduction	III-9-1
9.2 Prédisposition aux troubles psychiatriques	III-9-2
9.3 Tests psychologiques	III-9-3
9.4 Troubles psychiatriques chez le personnel aéronautique.....	III-9-3
9.5 Troubles de l'humeur	III-9-3
9.6 Schizophrénie et troubles délirants.....	III-9-4
9.7 Troubles névrotiques, liés au stress et somatoformes.....	III-9-5
9.8 Troubles de la personnalité et du comportement.....	III-9-5
9.9 Maladies mentales organiques	III-9-6
9.10 Troubles du sommeil	III-9-7
9.11 Pilotage et médicaments psychotropes	III-9-8
9.12 Usage de drogues (abus et dépendance).....	III-9-9
Appendice 1. Mini-examen de l'état mental	III-9-13
Appendice 2. Orientations spécifiques concernant l'usage de médicaments antidépresseurs	III-9-14

Chapitre 9

SANTÉ MENTALE

9.1 INTRODUCTION

9.1.1 Pour piloter un aéronef, il faut utiliser un ensemble complexe de compétences physiques et cognitives. Tout ce qui peut gêner un quelconque aspect de ces compétences et de leur coordination peut avoir de graves conséquences tant sur le plan personnel qu'en termes de sécurité publique. Pour évaluer l'aptitude mentale, il faut donc dûment prendre en considération les privilèges liés à la licence et aux qualifications demandées ou détenues et les conditions dans lesquelles les candidats devront exercer leurs fonctions. Il convient en outre de tenir compte de la période de validité de l'attestation médicale (de six mois à cinq ans).

9.1.2 Les normes et pratiques recommandées énoncées au Chapitre 6 de l'Annexe 1, bien qu'insuffisamment détaillées pour couvrir toutes les situations individuelles, exigent des niveaux spécifiques d'aptitude mentale. Beaucoup de décisions relatives à des cas individuels seront laissées à la discrétion du médecin-examineur ou devront être prises par l'évaluateur médical du Service de délivrance des licences. Le contenu du présent chapitre fournit des orientations pour la prise de telles décisions.

9.1.3 Les spécifications de l'Annexe 1 relatives à l'aptitude mentale, applicables à toutes les catégories de licences et qualifications, sont les suivantes :

6.3.2.2 Le candidat ne présentera ni antécédents médicaux reconnus, ni diagnostics cliniques révélant :

- a) un trouble mental organique ;
- b) un trouble mental ou comportemental dû à l'usage de substances psychotropes, y compris un syndrome de dépendance à l'alcool ou à d'autres substances psychotropes ;
- c) la schizophrénie, un trouble de type schizophrénique ou délirant ;
- d) un trouble de l'humeur (affectif) ;
- e) un trouble névrotique, lié au stress ou somatoforme ;
- f) un syndrome comportemental lié à des perturbations physiologiques ou à des facteurs physiques ;
- g) un trouble de la personnalité ou du comportement, notamment s'il se manifeste par des actes patents répétés ;
- h) un retard mental ;
- i) un trouble du développement psychologique ;
- j) un trouble comportemental ou émotionnel, qui a pris naissance pendant l'enfance ou l'adolescence ;
- k) un trouble mental non spécifié par ailleurs ;

qui serait susceptible de le mettre dans l'impossibilité d'exercer avec sécurité les privilèges de la licence sollicitée ou détenue.

6.3.2.2.1 **Recommandation.**— *Il est recommandé qu'un candidat qui souffre de dépression et qui est traité par antidépresseurs soit déclaré inapte, à moins que l'évaluateur médical, en possession de tous les détails du cas en question,*

estime que l'état du candidat ne risque pas de l'empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de sa licence et de ses qualifications.

Note 1.— Le Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984) contient des indications sur l'évaluation des candidats traités par antidépresseurs.

Note 2.— Les troubles mentaux et comportementaux sont définis compte tenu des descriptions cliniques et des lignes directrices pour les diagnostics établies par l'Organisation mondiale de la Santé, qui figurent dans le document intitulé Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes, 10^e édition — Classification des troubles mentaux et du comportement (OMS 1992). Ce document contient des descriptions détaillées des spécifications pour les diagnostics, qui peuvent être utiles pour leur application aux attestations médicales.

9.1.4 Tout trouble mental que le candidat connaît ou a connu dans le passé doit être évalué afin de mesurer le déficit fonctionnel qui y est associé. L'examineur doit aussi tenir compte du risque de récurrence de tout trouble psychiatrique invalidant. En outre, nombre de troubles psychiatriques présentent une comorbidité avec d'autres troubles psychiatriques, en particulier l'abus ou le mésusage de substances psychotropes. L'examineur doit aussi avoir conscience du fait que même si le trouble psychiatrique répond bien au traitement, les sollicitations de l'environnement aéronautique sont telles que quasi toute baisse de capacité cognitive peut être lourde de conséquences.

9.1.5 Pour piloter un aéronef, les membres d'équipage de conduite doivent :

- a) connaître leur position dans l'espace, ce qui suppose des perceptions sensorielles suffisantes (bonne vue, bonne ouïe, sens de l'équilibre, proprioception, etc.) ;
- b) évaluer les conditions de vol et choisir une trajectoire sûre pour assurer que l'aéronef parvienne à destination en toute sécurité, ce qui suppose la capacité mentale d'acquiescer les informations, de les traiter et de prendre les décisions pertinentes ;
- c) posséder les moyens physiques et la volonté mentale qui leur permettront de suivre la ligne de conduite choisie.

9.1.6 Des troubles psychiatriques peuvent être cause d'incapacité soudaine, manifeste ou subtile, chez un membre d'équipage de conduite et il incombe au médecin-examineur de détecter cette possibilité ou d'en évaluer la probabilité, sur la base de l'examen médical réglementaire.

9.2 PRÉDISPOSITION AUX TROUBLES PSYCHIATRIQUES

9.2.1 La prédisposition aux troubles psychiatriques naît d'une combinaison d'inné, d'acquis et d'événements de la vie.

9.2.2 L'étude de la génétique humaine et l'évolution naturelle de nombreux troubles psychiatriques révèlent que beaucoup de ces troubles comportent une importante composante génétique. Il est maintenant généralement admis que même le tempérament humain est fortement influencé par la génétique. Bien que l'étude génétique des états psychiatriques, y compris le tempérament, en soit encore à ses débuts, il faut s'attendre à ce qu'il soit possible, dans quelques décennies, de prédire l'émergence de maladies mentales chez des individus prédisposés.

9.2.3 Cette prédisposition génétique, qu'elle soit forte ou faible, est modifiée par les expériences de la vie liées à l'éducation ou au vécu, qui peuvent entraîner une expression patente d'une maladie psychiatrique. Des personnes ne présentant qu'une faible prédisposition génétique peuvent être à même de résister à plus de facteurs de stress dans leur éducation et/ou leur vécu sans exprimer des symptômes psychiatriques patents. En particulier, l'étude des victimes psychiatriques de guerres et des victimes de catastrophes naturelles a démontré que personne n'est à l'abri du développement de symptômes psychiatriques en cas d'exposition à des facteurs sévères de stress.

9.2.4 Dans de nombreux cas, une maladie psychiatrique de l'âge adulte peut être mise en relation avec des signes avant-coureurs de ce trouble durant l'enfance et peut être précédée par un comportement dyssocial, de mauvais résultats scolaires, une difficulté à trouver un emploi régulier, la consommation de substances pouvant entraîner une dépendance, des angoisses, des troubles de l'humeur ou des échecs de l'attachement. Des antécédents dans l'un quelconque de ces domaines devraient mener le médecin-examinateur à tenter de recueillir plus d'informations auprès de la famille, des écoles ou des prestataires de soins de santé.

9.3 TESTS PSYCHOLOGIQUES

9.3.1 Les tests psychologiques sont rarement un outil de dépistage utile chez les membres d'équipage de conduite. Utilisés seuls, les tests de personnalité ne se sont pas révélés fiables pour prédire des troubles mentaux ou pour évaluer avec le moindre degré de certitude l'aptitude d'un candidat à une carrière dans l'aviation. En général, la capacité de réussir la formation au sol donne la preuve d'une intelligence suffisante. Des tests d'inventaire de personnalité peuvent être intéressants pour un expert en psychiatrie qui les utiliserait en complément d'une évaluation psychiatrique. Des tests spécifiques peuvent être réalisés à des fins de recherche et/ou de traitement.

9.3.2 Dans le cas de troubles neuropsychiatriques, des tests neuropsychologiques sophistiqués peuvent s'avérer utiles pour déterminer la mesure dans laquelle le trouble/la lésion influe sur les aspects cognitifs, volitifs et comportementaux. Ces tests peuvent être utilisés pour surveiller la progression d'une maladie neuropsychiatrique et être pratiqués à intervalles réguliers à cette fin.

9.4 TROUBLES PSYCHIATRIQUES CHEZ LE PERSONNEL AÉRONAUTIQUE

Dans ce chapitre, la classification des troubles psychiatriques suit celle de la CIM 10, Classification internationale des troubles mentaux et du comportement de l'Organisation mondiale de la Santé (1992). Des renvois au document *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* [DSM-IV] de l'*American Psychiatric Association* seront faits en cas de différences significatives.

9.5 TROUBLES DE L'HUMEUR

9.5.1 Les troubles de l'humeur de type dépressif (DSM-IV : dépression majeure) sont des troubles courants qui se caractérisent par une humeur déprimée, une perte d'énergie, un défaut de concentration et de mémoire, une perte d'intérêt pour l'environnement, une lenteur de la réflexion, une difficulté à prendre des décisions, une altération de l'appétit et du sommeil, des sentiments de culpabilité et une faible estime de soi. Le suicide est fréquent parmi les personnes atteintes ; son incidence varie selon le contexte culturel, mais peut avoisiner les 20 % par épisode dépressif. La maladie se déclenche souvent de façon insidieuse et persiste pendant des mois si elle n'est pas traitée de façon appropriée. La dépression peut s'accompagner de plusieurs symptômes somatiques. Les symptômes peuvent varier au cours de la journée et nombre de dépressifs peuvent connaître de bonnes journées entre des épisodes dépressifs. Il n'est pas rare que les personnes atteintes tentent de modifier leurs symptômes (surtout la dysphorie et l'insomnie) en recourant à l'alcool et/ou à des drogues.

9.5.2 La dépression entraîne une incapacité subtile (et parfois patente), principalement due à la baisse de la capacité à se concentrer ainsi qu'à une tendance à la distraction et à l'indécision, caractéristiques fréquentes de cette maladie. Ce sont ces symptômes, ainsi que le risque de suicide, qui rendent un individu déprimé inapte à exercer des fonctions dans l'environnement aéronautique. Comme les symptômes fluctuent en intensité au cours d'un épisode dépressif, certains jours l'individu peut être relativement bien et sembler apte à piloter. Toutefois, la baisse de

concentration et le manque d'agilité cognitive sont toujours plus ou moins présents et peuvent altérer la capacité à intégrer les données sensorielles multiples requises pour prendre des décisions en cas d'urgence.

9.5.3 La dépression est par nature un trouble récurrent et, bien qu'il y ait des cas d'épisode unique, un antécédent d'épisode dépressif devrait pousser le médecin-examineur à poser certaines questions pour s'assurer que le candidat ne souffre pas de ce trouble au moment où il sollicite une attestation médicale. Chez les personnes qui ont connu un épisode dépressif grave, le risque de récurrence est d'environ 50 %.

9.5.4 La réponse au traitement des épisodes dépressifs peut être très bonne et la personne peut souhaiter reprendre ses fonctions aéronautiques alors qu'elle est encore sous traitement. Il convient de noter que, même en cas de bonne réponse au traitement, il subsiste généralement une certaine altération des capacités cognitives et décisionnelles qui peut entraver la performance dans une situation d'urgence, principalement en allongeant le temps de réaction. Lorsque l'on dit qu'une personne « va bien », il se peut que l'on décrive une amélioration relative par rapport à l'état non traité.

9.5.5 Les troubles dépressifs étant de nature récurrente, il est indispensable que le patient « rétabli » fasse l'objet, pendant un certain temps après le rétablissement, d'un suivi attentif permettant de détecter tout signe de récurrence. Il semblerait que la récurrence se produise principalement dans les deux premières années. Une approche éducative peut aider l'individu à reconnaître les premiers signes et à faciliter ainsi une intervention précoce. D'ordinaire, les pilotes ne devraient pas être autorisés à reprendre leurs fonctions sauf s'ils ne sont plus sous médicaments depuis au moins plusieurs mois après le retour à un état de santé euthymique. Ces dernières années, l'utilisation d'inhibiteurs spécifiques du recaptage de la sérotonine (SSRI) s'est généralisée et il semble que ce traitement, visant à prévenir un nouvel épisode dépressif, soit compatible avec des fonctions de pilotage dans des cas soigneusement sélectionnés et suivis (voir Appendice 2).

9.5.6 Des antécédents de manie, qu'ils soient isolés ou qu'ils fassent partie d'un trouble bipolaire, devraient entraîner une disqualification durable. La manie est un trouble récurrent imprévisible, qui se caractérise par la mégalomanie, une énergie accrue, l'euphorie, des troubles du sommeil, une tendance à la distraction et une altération du jugement. Elle peut évoluer en délires manifestes avec irritabilité marquée, colère et danger pour soi-même et pour les autres. La toxicomanie en est une conséquence assez courante. Bien que ce trouble réagisse assez bien à des agents stabilisateurs de l'humeur, le risque de récurrence est important et le degré de perturbation de la performance trop grand pour permettre un retour à des fonctions de pilotage ou de contrôle de la circulation aérienne. Lorsque l'épisode de manie s'estompe, le patient se sent souvent aussi bien qu'avant et il faut donner de longues explications pour lui faire comprendre pourquoi il ne peut commencer ou reprendre une carrière aéronautique. Cependant, l'important risque de récurrence, même avec les agents stabilisateurs de l'humeur, ainsi que le degré de perturbation de la fonction mentale en cas de récurrence, excluent une carrière dans l'aviation.

9.5.7 L'hypomanie est l'état clinique qui ne satisfait pas à tous les critères de la manie. Elle se manifeste par les mêmes symptômes, mais sous une forme atténuée. Elle se traduit par une humeur expansive (pouvant évoluer vers l'euphorie), une conscience accrue de soi (peut évoluer vers la mégalomanie), un besoin réduit de sommeil, une augmentation de l'énergie et une tendance à la distraction. La capacité de jugement peut être altérée par l'humeur expansive et par un sentiment d'importance. Les personnes souffrant d'épisodes hypomaniaques sont d'humeur instable et sujettes à développer des épisodes manifestes de manie et/ou dépression. En conséquence, elles devraient être considérées comme inaptes pour la délivrance d'une licence.

9.6 SCHIZOPHRÉNIE ET TROUBLES DÉLIRANTS

9.6.1 Les troubles schizophréniques sont des troubles de la pensée et de la perception. Ils tendent à se produire au début de l'âge adulte (principalement dans la vingtaine), souvent après un stade prodromique de plusieurs années. Les troubles de la perception revêtent principalement la forme d'hallucinations auditives, mais ils peuvent aussi inclure des

hallucinations visuelles ou somatiques. Les troubles délirants, souvent de persécution, ainsi que les hallucinations peuvent être assez envahissants dans la vie de l'intéressé, qui peut être rendu perplexe et éprouver une perturbation marquée de l'affect, de la motivation, de l'intérêt, de la mémoire et de la concentration. Suicide et homicide sont des risques importants.

9.6.2 En raison de leur nature récidivante et de l'omniprésence des perturbations, ces troubles sont disqualifiants. L'introduction de nouveaux antipsychotiques, permettant un meilleur respect du traitement, donne de meilleurs résultats pour les schizophrénies. Néanmoins, les troubles schizophréniques restent incompatibles avec la sécurité aérienne.

9.6.3 Des troubles délirants peuvent se présenter sans perturbations de la perception. Généralement, ils sont relativement restreints et peuvent suivre un seul thème, comme des délires d'infidélité. Le risque associé à un trouble délirant est que la personne adopte un comportement pour répondre à cette conviction délirante sans tenir compte de l'effet d'un tel acte ou comportement sur autrui.

9.6.4 Un « trouble psychotique bref » peut inclure tous les symptômes de la schizophrénie mais ne dure pas plus d'un mois et est suivi d'un rétablissement complet du niveau de fonctionnement prémorbide. Ce trouble est généralement secondaire à des facteurs de stress externes sévères (« psychose réactionnelle brève »). Si la personne reste stable pendant au moins un an sans nécessiter d'antipsychotiques, ce trouble n'exclut pas nécessairement la certification médicale.

9.7 TROUBLES NÉVROTiques, LIÉS AU STRESS ET SOMATIFORMES (DSM-IV Troubles de l'anxiété, troubles somatoformes, troubles dissociatifs, troubles de l'adaptation)

9.7.1 Le médecin-examineur désigné doit évaluer dans quelle mesure l'un quelconque des symptômes de ce groupe de troubles entravera la vigilance et la capacité d'un pilote à évaluer ses informations sensorielles, à se concentrer sur la tâche à exécuter, à prendre des décisions et à exécuter ces décisions avec les compétences cognitives et motrices adéquates. La préoccupation causée par les symptômes, le sentiment d'anxiété et la perte de cognition liés à nombre de ces troubles sont généralement disqualifiants, du moins temporairement. La réponse au traitement, les effets secondaires des médicaments et le risque de récurrence de symptômes sont des facteurs déterminants dans l'évaluation.

9.7.2 Tout trouble mental induisant de l'angoisse est disqualifiant jusqu'à ce que la personne soit asymptomatique sans devoir recourir à des médicaments psychotropes pendant une période d'au moins six mois. Comme beaucoup de ces troubles sont de nature chronique, il est important que, chez un nouveau candidat, leur évolution naturelle fasse partie de l'évaluation. À moins que le trouble ne puisse être résolu sans utilisation de médicaments à long terme, il convient de dissuader le candidat de tenter une carrière dans l'aviation.

9.7.3 Les personnes qui ont connu des symptômes psychiatriques en réaction à des facteurs externes de stress (troubles de l'adaptation) devraient être jugées temporairement inaptes, mais pourront être réévaluées après une période de stabilité sans recours à des médicaments psychotropes. Les personnes qui connaissent de longues périodes de stress utilisent souvent l'alcool et/ou d'autres substances psychoactives comme agents d'atténuation du stress. Le médecin-examineur devrait toujours s'enquérir de l'utilisation de telles substances.

9.8 TROUBLES DE LA PERSONNALITÉ ET DU COMPORTEMENT (DSM-IV Troubles de la personnalité, troubles du contrôle des impulsions, paraphilies)

9.8.1 Les troubles de la personnalité sont des schémas de comportements mésadaptés profondément ancrés, qui sont présents pendant toute la vie adulte d'une personne. Ces schémas comportementaux peuvent ne causer qu'étonnamment peu d'inconfort chez la personne, mais sont généralement une source de détresse pour les autres. Par

leur mésadaptation, ces personnalités s'intègrent rarement bien dans la société. Soient elles se marginalisent, soit elles connaissent diverses formes de conflit avec leur environnement.

9.8.2 Beaucoup de personnes ont des styles de comportement qui semblent loin d'être optimaux, mais ceux-ci doivent être différenciés des troubles de la personnalité, qui sont clairement mésadaptés et peuvent générer des conflits. Souvent aussi, les personnes dont les schémas comportementaux sont sous-optimaux reconnaissent le problème et sont capables d'y apporter des changements qui améliorent leur situation.

9.8.3 Il serait rare qu'une personne souffrant d'un trouble de la personnalité ait la flexibilité émotionnelle, intellectuelle et sociale nécessaire pour être un bon pilote ou un bon contrôleur de la circulation aérienne, sûr et fonctionnel. Sauf en de rares circonstances, les personnes souffrant de troubles de la personnalité ne devraient pas être autorisées à travailler dans l'environnement aéronautique.

9.8.4 Les personnes atteintes de troubles du contrôle des impulsions sont particulièrement inaptes pour des carrières dans l'aviation. L'incapacité de contrôler une impulsion qui aura des conséquences néfastes évidentes constitue une source de préoccupation majeure chez quelqu'un qui accepte les responsabilités d'une fonction sensible en termes de sécurité dans l'aviation. De plus, les personnes atteintes de ces troubles sont généralement en conflit avec leur environnement, ce qui ajoute un facteur de stress pouvant aggraver l'incapacité de se concentrer sur la tâche à exécuter et ne pas permettre la focalisation de l'attention requise en aviation.

9.8.5 Les candidats ayant des troubles du comportement (par exemple en matière d'habitudes, d'identité sexuelle, de sexualité) devraient être évalués sur la base de leur capacité à mettre de côté le trouble (ou tout conflit lié à ce trouble) pour pouvoir se concentrer sur la tâche aéronautique à exécuter. Ces personnes peuvent être en grave conflit avec leur environnement, ce qui accroît leurs difficultés et peut constituer un obstacle à la délivrance d'une licence aéronautique.

9.9 MALADIES MENTALES ORGANIQUES

9.9.1 Une vaste gamme d'agents peuvent provoquer des perturbations organiques du cerveau. Les symptômes qui en résultent dépendent de l'agent qui les cause, de la ou des parties du cerveau atteintes, de l'état de santé préalable du cerveau et de l'environnement présent de la personne. L'agent causal peut être externe (alcool, drogues, médicaments, lésion, etc.) ou interne (tumeurs, troubles endocriniens, dégénérescence, etc.). Une maladie mentale organique peut se manifester par un vaste éventail de symptômes psychiatriques. Le médecin-examineur ne détectera peut-être pas toujours un trouble de ce type, sauf s'il est conscient de la présence potentielle d'un tel trouble. Le résultat le plus fréquent d'une agression organique au cerveau est la confusion mentale ou la démence, mais l'anxiété, la dépression et les modifications comportementales peuvent aussi avoir des causes organiques. Une agression organique au cerveau peut entraîner une dysfonction ; une fois l'agression éliminée, des craintes peuvent subsister quant à la poursuite d'un fonctionnement optimal du cerveau.

9.9.2 Les symptômes de la confusion mentale sont une perturbation de la conscience et une modification de la capacité cognitive, se développant sur une courte période. Le retour au niveau de fonctionnement antérieur peut être rapide, une fois l'agent causal éliminé. Un antécédent de confusion mentale n'exclut pas nécessairement la délivrance d'une licence. Si la confusion mentale a été provoquée par l'abus alcool ou d'une autre substance psychoactive, un examen plus approfondi devrait être entrepris. Les aspects opérationnels de l'incapacité cognitive sont analysés en détail au Chapitre 3 de la Partie I.

9.9.3 Les démences résultent d'une destruction progressive et irréversible des tissus cérébraux, menant à une perte de mémoire et à d'autres troubles de la cognition. La démence la plus courante est la maladie d'Alzheimer¹, qui se

1 Maladie d'Alzheimer : du nom d'Aloïs Alzheimer, psychiatre allemand (1864-1915).

déclenche généralement de façon insidieuse à partir de l'âge de 65 à 70 ans. Il n'est pas rare que des personnes âgées atteintes de troubles de la cognition soient diagnostiquées comme atteintes de la maladie d'Alzheimer sans avoir bénéficié d'un examen psychiatrique complet. Avant de poser un diagnostic, il est indispensable d'exclure la présence d'un trouble dépressif ou de toute affection médicale réversible pouvant se manifester par des symptômes de démence. Chez les membres d'équipage âgés, le médecin-examineur doit avoir conscience de la possibilité de signes précoces de démence et doit réaliser au moins quelques tests rudimentaires de cognition (p. ex. le mini-examen de l'état mental figurant à l'Appendice 1). Si cet examen livre des signes de dégradation, il y aurait lieu d'entamer des investigations médico-psychologiques plus larges (p. ex. test neuropsychologique, biochimie fondamentale, EEG, tomodensitogramme).

9.10 TROUBLES DU SOMMEIL

9.10.1 L'insomnie affecte jusqu'à un tiers de la population adulte et un grand nombre de personnes se plaignent de troubles du sommeil intermittents. Les insomniaques deviennent anxieux, préoccupés par le sommeil et se plaignent fréquemment de difficultés de concentration et d'une incapacité à se focaliser sur des tâches. En cas d'insomnie persistante, une anamnèse complète et un examen physique complet sont nécessaires, car il faut exclure la présence de causes organiques (p. ex. douleur chronique, narcolepsie, apnées du sommeil, troubles épisodiques du mouvement).

9.10.2 Les troubles du sommeil sont généralement associés à l'abus d'alcool ou de substances psychotropes et à une série d'états psychiatriques, notamment les troubles de l'humeur, les psychoses et l'anxiété. Parfois, le trouble du sommeil est un des motifs de consultation, mais la connaissance des antécédents fera apparaître les autres symptômes du trouble psychiatrique. Le trouble du sommeil peut couvrir une insomnie initiale (généralement associée à l'angoisse), l'interruption du sommeil (souvent liée à l'abus de substances psychotropes, en particulier l'alcool) et le réveil précoce (généralement lié à la dépression).

9.10.3 Les insomniaques pratiquent souvent l'auto-médication avec des médicaments sous prescription ou en vente libre ou avec des substances disponibles dans le commerce, telles que l'alcool.

9.10.4 Une insomnie significative, si elle persiste, mènera à une perte de fonction dans de nombreux aspects de la vie de l'insomniaque. Les conséquences de l'insomnie peuvent être intensifiées par la présence d'une maladie psychiatrique ou médicale.

9.10.5 L'insomnie peut exister sans trouble psychiatrique sous-jacent ou abus d'alcool ou d'autres substances. De tels cas sont diagnostiqués comme insomnie non organique (CIM 10) ou insomnie primaire (DSM-IV). Les études polysomnographiques révéleront généralement un allongement de la première phase de sommeil et une diminution des phases 3 et 4.

9.10.6 L'insomnie primaire est un état difficile à traiter. Les insomniaques utilisent fréquemment des somnifères, prescrits ou non, qui n'ont que peu, voire pas d'effets sur l'insomnie, mais qui peuvent réduire la vigilance durant la journée suivante. En tout état de cause, l'utilisation de somnifères est normalement disqualifiante pour ceux qui doivent être vigilants afin d'assumer en toute sécurité leurs fonctions dans l'environnement aéronautique.

9.10.7 Vu la baisse de capacité fonctionnelle, les personnes atteintes d'insomnie persistante posent un risque particulier pour l'environnement aéronautique. Le risque est aggravé par leur recours fréquent à des sédatifs et à des substances (alcool en particulier) pour soulager leur détresse. Vu la chronicité et la complexité du problème chez de nombreux sujets, c'est un psychiatre ou un psychologue spécialisé dans le traitement de l'insomnie qui est le mieux à même de prendre en charge ce problème clinique.

9.10.8 Une insomnie occasionnelle ou transitoire (généralement une difficulté à s'endormir) est un trouble courant, lié le plus souvent à des préoccupations situationnelles. Ce trouble ne devrait pas durer plus de quelques jours et ce n'est que s'il persiste au-delà de ce laps de temps qu'un examen plus approfondi sera nécessaire. Beaucoup de techniques

d'hygiène du sommeil peuvent se révéler utiles pour soulager de brèves périodes d'insomnie. Il s'agit notamment de diminuer la consommation de caféine et d'alcool, d'éviter de prendre des repas lourds ou de faire des exercices vigoureux avant d'aller dormir, d'assurer un environnement de sommeil relaxant et confortable et, peut-être, de prendre une boisson chaude non stimulante avant d'aller se coucher.

9.10.9 Une insomnie occasionnelle peut être gérée avec de petites doses de sédatifs à action brève, à condition qu'aucune activité liée à l'aviation ne soit entreprise tant que les effets du médicament ne sont pas passés. Les sujets qui prennent des médicaments à action brève comme le témazépam (Restoril®), le zolpidem (Ambien®) ou la zopiclone (Imovane®) devraient respecter un délai de 8 à 12 heures après la prise d'une dose unique d'un de ces médicaments avant d'entreprendre des tâches liées à l'aviation. Ces médicaments ne devraient être pris que sous la surveillance d'un médecin spécialisé en médecine aéronautique (voir le Chapitre 17 de la Partie III).

9.10.10 Des modifications du rythme circadien peuvent aussi engendrer des périodes d'insomnie. Cette perturbation du rythme peut être liée à la traversée de plusieurs fuseaux horaires ou à un travail de nuit et à du travail par postes. Bien que l'insomnie liée aux modifications du rythme circadien soit généralement de courte durée, ce dysfonctionnement peut être plus extrême et plus persistant chez certains sujets. Dans certaines situations contrôlées, il peut être utile de recourir à des sédatifs à action brève pour favoriser l'adaptation du rythme circadien. D'après certaines données, l'utilisation de la mélatonine pourrait être utile pour accélérer la resynchronisation du rythme circadien, mais comme cette substance n'est pas un produit pharmaceutique approuvé et que sa sécurité, sa pureté et son efficacité n'ont pas été établies par une agence gouvernementale, son utilisation n'est pas recommandée en aviation.

9.11 PILOTAGE ET MÉDICAMENTS PSYCHOTROPES

9.11.1 D'année en année, médecins et patients sont inondés d'une gamme toujours plus large de médicaments psychotropes qui promettent tous une meilleure réponse clinique et moins d'effets secondaires. Souvent, la documentation de commercialisation de ces médicaments laisse entendre qu'il n'y a pas d'effets secondaires ou que ceux-ci sont si minimes qu'ils en sont négligeables. Bien que les progrès en psychopharmacologie aient considérablement amélioré le traitement des troubles psychiatriques, une pharmacothérapie ramène rarement (pour ne pas dire jamais) le patient à l'état de fonctionnement d'avant la maladie. La plupart des patients, après examen approfondi, signalent que même s'ils se sentent nettement mieux par rapport à leur état non traité, ils sont conscients que tous leurs symptômes ne sont pas totalement résolus. La plupart déclarent aussi ressentir peu d'effets secondaires, mais tout de même quelques effets indésirables du médicament.

9.11.2 Comme la plupart des maladies psychiatriques affectent la capacité de traiter les informations, de prendre une décision après traitement de l'information puis d'entreprendre une action, toute baisse de fonctionnement pourrait avoir de graves incidences dans un environnement où les événements se produisent souvent à un rythme rapide et où les êtres humains sont loin de leur habitat naturel. C'est pourquoi des médicaments psychotropes ne peuvent être utilisés dans l'environnement aéronautique qu'avec la plus grande prudence et le plus judicieusement possible.

9.11.3 Les médecins-examineurs désignés doivent aussi avoir conscience que leurs patients ne leur donneront pas toujours spontanément des informations sur leur prise de médicaments. Comme certains de ces médicaments ont peu d'effets secondaires, il peut parfois être difficile de détecter leur usage. Les médecins-examineurs devraient dès lors sensibiliser les titulaires de licence aux risques des médicaments psychotropes.

9.12 USAGE DE DROGUES (ABUS ET DÉPENDANCE)

9.12.1 Dans le contexte du présent chapitre, le terme « drogues » désigne des substances psychotropes non soumises à prescription, qui sont ingérées pour modifier l'état mental à des fins non médicales. Le but de la prise de ces substances peut être de susciter le plaisir ou de réduire la douleur ou la souffrance.

9.12.2 Le recours à ces substances peut être occasionnel, épisodique, ou devenir partie intégrante de la vie quotidienne de l'utilisateur. Dans le cas d'un usage régulier, l'utilisateur augmentera généralement la dose et la fréquence pour atteindre l'effet désiré. L'OACI a publié des éléments indicatifs sur la question de l'usage problématique de substances². Une analyse plus approfondie de l'usage de drogues sociales (alcool, tabac et drogues illicites) figure au Chapitre 14 de la Partie III.

9.12.3 Il existe une vaste gamme de substances pouvant mener à des abus et le type variera d'une partie du monde à une autre, sur la base des coutumes, de l'accessibilité, de la légalité et de l'acceptation sociétale. Les substances le plus couramment utilisées sont l'alcool, le cannabis, les opiacés, les amphétamines, les sédatifs/somnifères et les hallucinogènes.

9.12.4 L'usage de ces substances peut mener à des « abus » ou à une « dépendance » (DSM IV), ou à une « utilisation nocive » ou « dépendance » (CIM 10). Il peut engendrer des difficultés médicales, sociales, judiciaires et/ou professionnelles considérables.

9.12.5 La dépendance à une substance (syndrome de dépendance, CIM 10) se définit comme l'usage excessif de cette substance, l'incapacité d'en réduire la consommation malgré les complications, une tolérance accrue à ses effets et l'apparition de syndromes de sevrage.

9.12.6 L'abus d'une substance (Utilisation nocive pour la santé, CIM 10) se définit comme l'usage continu de cette substance même à des moments où son utilisation est nocive pour la santé, comme l'usage excessif de cette substance, mais sa définition couvre aussi les problèmes (famille, amis, travail) liés à la consommation de cette substance ou les problèmes judiciaires qui y sont associés.

9.12.7 Le but de la consommation de ces substances est de modifier la perception, ce qui influence manifestement la capacité à prendre des décisions rationnelles et judicieuses. Dès lors, leur utilisation devrait être interdite avant le vol et pendant tout le laps de temps nécessaire pour totalement éliminer la substance du corps. Traditionnellement ce laps de temps est fixé à 12 heures avant le vol, bien que cette règle doive être maniée avec prudence car le degré d'intoxication peut requérir un délai plus long avant que l'individu ne récupère son fonctionnement de base. Un individu qui semble répondre aux critères du syndrome de dépendance ou de l'utilisation nocive pour la santé ne devrait pas assumer des fonctions cruciales pour la sécurité tant qu'il n'a pas été évalué par un spécialiste approprié.

9.12.8 Il convient aussi de tenir compte du fait que la consommation de nombre de ces substances est illégale dans de nombreux pays et que c'est donc faire preuve de peu de jugement que d'en consommer lorsque l'on a l'intention d'exercer les privilèges de sa licence ou de ses qualifications.

9.12.9 Le traitement de l'usage abusif de substances et de la dépendance à celles-ci est difficile et il est courant que les personnes concernées récidivent après traitement. Tout antécédent d'abus ou de dépendance devrait constituer la base d'un refus de délivrer une attestation médicale, sauf s'il est clairement établi que le problème a été traité de façon adéquate et que la mise en place d'un plan de suivi complet permettra de détecter toute rechute.

2 *Manuel sur la prévention de l'usage de substances posant problème sur les lieux de travail en aviation* (Doc 9654-AN/945), première édition, 1995.

9.12.10 L'alcool est généralement la substance la plus largement disponible dans le monde, car il est en vente libre dans la plupart des pays et est souvent considéré comme faisant partie de la socialisation normale. Toutefois, dans les pays occidentaux quelque 7 % de la population ont une dépendance à l'alcool ou en sont des consommateurs excessifs. Beaucoup de gens consomment de l'alcool pour lutter contre l'anxiété (par ex. dans des contextes sociaux) ou comme sédatif (par ex. contre l'insomnie), même si ces effets mêmes entraîneront une perte de jugement et/ou une baisse des capacités cognitives.

Syndrome de dépendance à l'alcool (Alcoolisme)

9.12.11 Il s'agit d'une maladie chronique et progressive qui peut être difficile à diagnostiquer. Souvent, la personne a déjà atteint un stade avancé de la maladie avant qu'un médecin ne soit consulté. Il est rare que la personne atteinte ait une vision claire de sa maladie, sauf si elle a développé de graves complications médicales. Ce sont souvent des membres de la famille ou les autorités judiciaires qui l'amènent chez un médecin. De forts soupçons d'alcoolisme doivent peser sur toute personne ayant plus d'une condamnation pour conduite en état d'ivresse.

9.12.12 Comme on ne peut pas se fier à l'alcoolique pour donner un compte rendu exact de sa consommation d'alcool, il est indispensable de recueillir des informations collatérales auprès de l'époux/épouse, d'un ou une amie ou collègue, auprès des autorités judiciaires, etc. Le développement d'une tolérance à l'alcool entraîne généralement une augmentation de la consommation d'alcool et il a des conséquences financières et sanitaires.

9.12.13 Le traitement de l'alcoolisme exige un protocole strict, qui commence habituellement par une hospitalisation. Comme le risque de récurrence est très élevé, il faut aussi un programme de suivi hautement structuré qui fait généralement appel à la famille, mais parfois aussi aux amis et aux collègues de travail. Nombre de programmes de traitement recourent à des groupes de pairs via des programmes similaires à ceux de l'Association des alcooliques anonymes. Il est souvent utile de prévoir des analyses de laboratoire dans le cadre du processus de suivi, principalement en raison de la forte incidence des récurrences et de la faible probabilité que ceux qui ont été alcooliques procèdent à une auto-évaluation fiable.

Abus d'alcool (Utilisation nocive pour la santé, CIM 10)

9.12.14 L'abus d'alcool est une maladie chronique qui, si elle n'est pas traitée, évolue vers la dépendance à l'alcool. Il est inhabituel que des personnes consommant trop d'alcool sollicitent un traitement, à moins qu'elles n'y soient poussées par des éléments externes (époux/épouse, famille, travail, problèmes judiciaires). Elles minimisent généralement les quantités consommées et il est difficile d'obtenir une réponse fiable quant à leur consommation. Pour établir un diagnostic, il faut s'appuyer sur le degré de suspicion, sur des informations collatérales et sur des analyses médicales et de laboratoire. Comme les intéressés évolueront inévitablement vers la dépendance à l'alcool s'ils ne sont pas traités, il convient de leur donner le même traitement qu'aux personnes déjà dépendantes.

9.12.15 Les diagnostics d'abus d'alcool ou d'alcoolisme devraient entraîner une suspension de la certification médicale jusqu'à ce que la personne ait vécu une période d'abstinence dans un contexte de suivi médical et psychologique. Cette période d'abstinence est traditionnellement de trois ans.

9.12.16 Certains organismes de réglementation réussissent à réinsérer des pilotes professionnels en réagissant rapidement et en proposant un traitement, un suivi et la possibilité d'un renouvellement de la certification dans les trois à quatre mois. Le système fait intervenir :

- a) Un *groupe de pairs* : collègues de travail, membres d'un syndicat ou d'une association et membres de la famille ; pour renforcer l'action de ce groupe, l'intéressé est mis en rapport avec des pilotes alcooliques en voie de rétablissement et avec l'Association des alcooliques anonymes.

- b) *Des cadres et superviseurs*, notamment directeur technique d'exploitation, pilotes superviseurs et pilotes inspecteurs, instructeurs sur simulateur et autres instructeurs.
- c) *Des médecins-conseils* : le médecin de la compagnie aérienne, lorsqu'il y en a un, rassemble les données utiles pour un diagnostic précoce, des conseils en ambulatoire, l'évaluation de l'état de l'intéressé et la consultation d'un psychologue/spécialiste des pharmacodépendances. Le traitement en résidence dans un centre de réadaptation reconnu et l'évaluation psychiatrique seront suivis d'un bilan médical complet et d'un débriefing tripartite avec le pilote.
- d) *Des instances de réglementation*. Les autorités médicales et les services de délivrance des licences examinent chaque cas individuellement, en tenant compte de tous les aspects positifs et négatifs, et peuvent recommander le renouvellement de la certification, une étroite surveillance étant assurée pendant deux ans par le médecin de la compagnie, les pairs, ainsi que les services d'exploitation et instances de réglementation.

Le processus initial comprend approximativement un mois d'évaluation clinique, un mois de traitement dans un centre et un mois de réinsertion.

9.12.17 Pourvu que le protocole ait été pleinement appliqué, des pilotes traités avec succès ont pu reprendre leurs fonctions au bout de trois à quatre mois.

9.12.18 Le fait que le traitement de la dépendance à l'alcool ou de la consommation excessive d'alcool ne mette pas nécessairement fin à la carrière des pilotes concernés a permis de surmonter la « conspiration du silence » qui s'installait quand des pilotes constataient qu'un collègue avait un problème d'alcool. La Figure III-9-1 présente un exemple de processus de réinsertion mis en place dans un État contractant pour des cas de consommation nocive d'alcool.

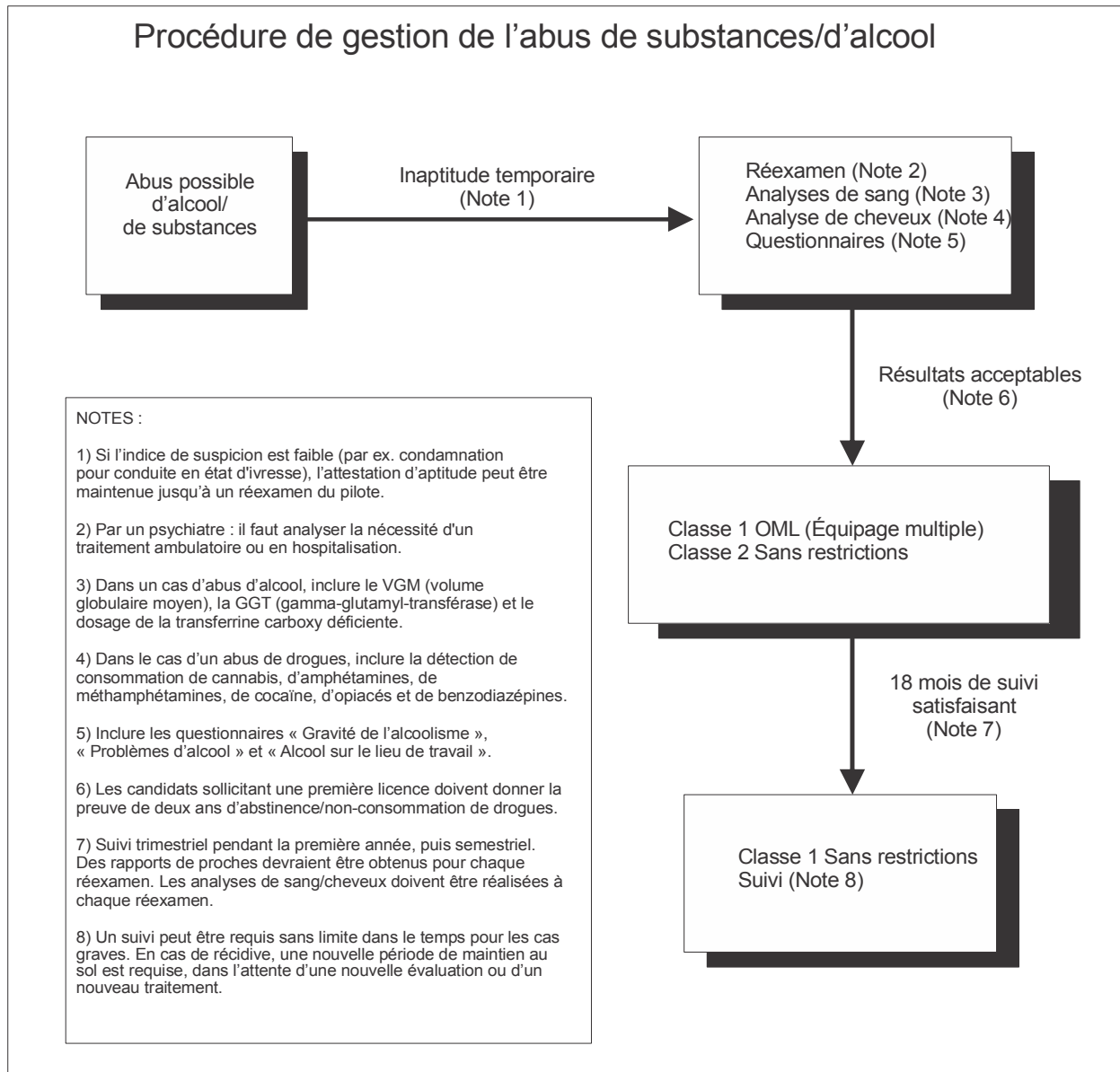


Figure III-9-1. Procédure pour la gestion de l'abus d'alcool/de substances

Appendice 1

MINI-EXAMEN DE L'ÉTAT MENTAL

Le Mini-examen de l'état mental (*Mini-Mental Status Examination*, MMSE) est une méthode standardisée, brève, largement utilisée pour évaluer l'état mental cognitif. Il permet de réaliser une évaluation brute de l'orientation, de l'attention, de la mémoire immédiate et à court terme, du langage et de la capacité d'exécuter des ordres oraux ou écrits simples. Il peut être réalisé au bureau dès qu'il y a des motifs de suspecter un déficit cognitif. Ce test dure environ 20 minutes. Le score maximum est 30 et 95 % des personnes devraient atteindre un score entre 23 et 30. Quiconque obtient un résultat inférieur à 25 devrait subir des tests plus complexes d'évaluation de la cognition.

RÉFÉRENCES RELATIVES À L'APPENDICE 1

Fiellin, D.A., et al., "Screening for alcohol problems in primary care : a systematic review," *Archives of Internal Medicine*, 10 July 2000, Vol. 160, No. 13, pp.1 977-89.

Means-Christensen, A.J., et al., "Using five questions to screen for five common mental disorders in primary care : diagnostic accuracy of the anxiety and depression detector," *General Hospital Psychiatry*, March-April 2006, Vol. 28, No. 2, pp. 108-18.

Pignone M.P., et al., "Screening for depression in adults : a summary of the evidence for the U.S. Preventive Services Task Force," *Annals of Internal Medicine*, 21 May 2002, Vol 136, No. 10, pp. 765-76.

———, "Questionnaires for depression and anxiety," *British Medical Journal*, 21 July 2001, Vol 323, No. 7305, pp. 167-69.

— — — — —

Appendice 2

ORIENTATIONS SPÉCIFIQUES CONCERNANT L'USAGE DE MÉDICAMENTS ANTIDÉPRESSEURS

1. INTRODUCTION

La présente section donne des orientations concernant la recommandation 6.3.2.2.1, introduite en 2009 :

6.3.2.2.1 Recommandation.— *Il est recommandé qu'un candidat qui souffre de dépression et qui est traité par antidépresseurs soit déclaré inapte, à moins que l'évaluateur médical, en possession de tous les détails du cas en question, estime que l'état du candidat ne risque pas de l'empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de sa licence et de ses qualifications.*

2. CONTEXTE

L'usage de médicaments antidépresseurs chez les pilotes et les contrôleurs de la circulation aérienne (ATCO) a été traditionnellement disqualifiant en raison de l'état pathologique sous-jacent et des effets secondaires que les médicaments disponibles pour traiter cet état pourraient avoir sur la sécurité. Jusqu'en 2010, aux États-Unis, conformément aux règles établies par la *Federal Aviation Administration* (FAA), l'usage d'antidépresseurs devait avoir été arrêté depuis au moins trois mois avant qu'une attestation d'aptitude puisse être envisagée, tandis qu'en Europe la politique des Autorités conjointes de l'aviation est qu'aucune certification ne peut être envisagée tant que le traitement par médicaments psychotropes se poursuit.

La dépression est un trouble courant dans le monde parmi la population adulte, bien que les prévalences signalées varient considérablement. Aux États-Unis, on a constaté que les troubles dépressifs majeurs atteignaient une prévalence de 16,2 % sur la durée de vie, ce qui signifierait qu'ils touchent près de 34 millions d'adultes américains. Sur une période de douze mois, le chiffre était de 6,6 %.

Beaucoup de patients ont besoin d'un traitement à long terme aux antidépresseurs pour réduire le risque de récurrence. Une analyse systématique a constaté qu'un traitement continu aux antidépresseurs après rétablissement réduisait considérablement la proportion de patients qui récidivaient dans une période de un à trois ans, par rapport à l'administration d'un placebo. Le taux moyen de récurrence dans le groupe sous placebo était de 41 %, contre 18 % chez ceux sous traitement actif.

De plus en plus de preuves dans la littérature donnent à penser que des politiques qui écartent les pilotes sous antidépresseurs pourraient en mener certains à piloter en état de dépression et sans traitement ou à piloter sous antidépresseurs, mais sans le signaler aux autorités de réglementation. On peut lire dans un document de position de l'*Aerospace Medical Association* que, d'après la base de données de l'*Aviation Medicine Advisory Service* sur les demandes de renseignements téléphoniques de pilotes, environ 15 % de ceux à qui leur médecin avait conseillé de prendre des antidépresseurs avaient l'intention de prendre ces médicaments et de continuer à piloter sans en informer la *Federal Aviation Administration*.

Canfield et al. ont fait rapport sur les évaluations toxicologiques post-mortem réalisées sur 4 143 pilotes. Des médicaments psychotropes ont été trouvés chez 223 pilotes, mais seulement quatorze d'entre eux avaient signalé un

problème psychologique à la FAA et un seulement de ces quatorze pilotes avait signalé prendre des médicaments psychotropes.

En 1987, en Australie, la *Civil Aviation Safety Authority* (CASA) a commencé à autoriser du personnel aéronautique qui avait connu une dépression à reprendre le travail après traitement effectif et retour à un état stable grâce à des antidépresseurs. Cette politique était devenue assez libérale, autorisant l'usage de la plupart des groupes de médicaments y compris les inhibiteurs de la monoamine oxydase (IMAO) et les antidépresseurs tricycliques (ATC). Aucun effet défavorable n'a été signalé en rapport avec cette politique, mais une approche plus restrictive a été introduite en 2003, avec une surveillance accrue et une limitation à certains médicaments. Une étude publiée en août 2007 s'est concentrée sur les aspects relatifs à la sécurité, notamment les accidents et incidents liés à 481 titulaires de licence sur une période de dix ans et elle n'a trouvé aucune preuve d'effets néfastes en corrélation avec l'autorisation donnée aux pilotes sous antidépresseurs d'exercer les privilèges de leur licence moyennant le respect de critères spécifiques.

Au Canada, les pilotes sous traitement d'entretien sont autorisés à piloter « avec un copilote ou comme copilote » en vertu d'un protocole de traitement supervisé par le service de médecine aéronautique, assurant leur suivi prospectif.

Le document de position de l'AMAS souligne qu'il faut tenir compte de plusieurs facteurs en matière de sécurité si l'on veut autoriser des titulaires de licence à exercer leurs fonctions alors qu'ils sont sous antidépresseurs. Premièrement, il importe d'établir le diagnostic. Les inhibiteurs sélectifs du recaptage de la sérotonine (SSRI) sont utilisés pour traiter de simples dépressions, mais aussi d'autres maladies importantes du point de vue de la médecine aéronautique, notamment les troubles obsessionnels compulsifs et les troubles paniques. Deuxièmement, les patients développent généralement des réactions indésirables aux SSRI au début du traitement ; ces effets secondaires diminuent souvent lorsque le patient s'habitue physiologiquement au traitement. Troisièmement, les nouveaux SSRI induisent moins d'effets secondaires que les anciens antidépresseurs parce qu'ils sont conçus pour agir uniquement sur les récepteurs de zones spécifiques du cerveau.

Certains de ces médicaments sont sédatifs, d'autres pas, ce qui offre un choix thérapeutique pour soigner les patients dépressifs qui présentent une agitation psychomotrice ou un retard psychomoteur. La diminution des effets secondaires rend généralement le traitement plus sûr du point de vue de la médecine aéronautique. Toutefois, un traitement réussi de la dépression constitue un processus dynamique et complexe qui dépasse la simple rédaction d'une prescription ; les SSRI peuvent avoir certains effets secondaires importants du point de vue de la médecine aéronautique et des effets de sevrage qui importent peu dans le contexte de la pratique clinique au sol.

Enfin, un aspect significatif dont il faut tenir compte est la stigmatisation sociale importante souvent liée à un diagnostic de dépression. Dans nombre de sociétés, il est courant que des symptômes de dépression ne soient pas discutés ouvertement avec les collègues ou avec des membres de la profession médicale. Des politiques de médecine aéronautique qui imposent une interdiction totale d'exercice des privilèges de la licence après un diagnostic de dépression peuvent aussi diminuer la probabilité qu'un aviateur ou un contrôleur de la circulation aérienne se fasse soigner ou déclare sa maladie au Service de délivrance des licences.

3. ÉLÉMENTS D'ORIENTATION

3.1 Évaluation de candidats dépressifs à une fonction de pilote ou de contrôleur de la circulation aérienne

Les troubles de l'humeur dépressifs (CIM-10 : Épisode dépressif ; DSM-IV-TR : Troubles dépressifs majeurs) sont des troubles courants qui se manifestent par une humeur déprimée, une baisse d'énergie, des difficultés de concentration et une altération de la mémoire, une perte d'intérêt pour son environnement, une lenteur de la réflexion, des difficultés à prendre des décisions, une altération de l'appétit et du sommeil, des sentiments de culpabilité et une faible estime de soi. Le suicide est courant ; l'incidence varie selon le contexte culturel mais peut avoisiner les 20 % par épisode dépressif.

Cette maladie se déclenche souvent de façon insidieuse et persiste pendant de nombreux mois si elle n'est pas soignée de façon appropriée. La dépression peut s'accompagner de plusieurs symptômes somatiques. Les symptômes peuvent varier au cours de la journée, et des dépressifs peuvent connaître de bonnes journées parmi d'autres. Il n'est pas rare que les dépressifs tentent de modifier leurs symptômes (surtout la dysphorie et l'insomnie) en consommant de l'alcool et des médicaments prescrits ou en vente libre ou des drogues illicites.

La dépression entraîne une incapacité subtile (et parfois patente), principalement due à la baisse de la capacité de concentration, ainsi qu'une tendance à la distraction et à l'indécision, caractéristiques fréquentes de la maladie. Ce sont ces symptômes, ainsi que le risque de suicide, qui rendent un dépressif inapte au travail dans l'environnement aéronautique. Comme les symptômes vont et viennent pendant un épisode dépressif, certains jours l'individu peut être relativement bien et sembler apte à exercer ses fonctions. Toutefois, l'altération de la concentration et le déficit d'agilité cognitive sont toujours plus ou moins présents et peuvent gêner la capacité d'intégrer les multiples données sensorielles requises pour prendre des décisions dans une situation d'urgence.

La dépression est par nature un trouble récurrent ; même si des épisodes isolés existent effectivement, un antécédent d'épisode dépressif devrait pousser le médecin-examineur à poser des questions spécifiques afin de s'assurer que le candidat n'est pas atteint de cette maladie au moment de l'examen médical. Les personnes qui ont connu un épisode dépressif grave ont environ 50 % de risque de connaître un deuxième épisode. Les troubles de l'humeur de type dépressif étant des troubles récurrents, il est indispensable de surveiller de près les patients « rétablis » pour détecter tout signe de rechute pendant un certain temps après le rétablissement. Selon les données recueillies, c'est durant les deux premières années que la rechute semble le plus probable. Une approche éducative peut aider l'individu à reconnaître les premiers signes et faciliter ainsi une prise en charge rapide.

Par le passé, les pilotes n'étaient pas autorisés à reprendre leurs fonctions à moins d'avoir cessé de prendre les médicaments depuis au moins quelques mois après avoir retrouvé leur état de santé euthymique. Rien ne prouve que les inhibiteurs sélectifs du recaptage de la sérotonine (SSRI) soient plus efficaces que les antidépresseurs plus anciens, mais cette nouvelle génération d'antidépresseurs est mieux tolérée par les patients et a un meilleur profil d'effets secondaires. Ces dernières années, l'usage de SSRI s'est généralisé dans la population et il semblerait que ces traitements puissent être compatibles avec l'exercice de fonctions aéronautiques dans des cas soigneusement sélectionnés et suivis, notamment lorsque l'intéressé présente une bonne réaction initiale au traitement d'un épisode dépressif aigu ou lorsque le traitement vise à prévenir des récurrences.

Il est à noter que, même si la réponse est bonne, ces médicaments recèlent le potentiel d'altérer les capacités cognitives et décisionnelles en raison soit d'une réponse incomplète au traitement, soit d'effets secondaires intéressant la sécurité. Dans la perspective du patient, dire qu'il « se sent bien » peut signifier seulement une amélioration relative par rapport à son état non traité. Il convient donc d'évaluer minutieusement les candidats pour détecter la présence de tout symptôme résiduel et de tout effet secondaire des médicaments pouvant altérer la performance.

3.2 Évaluation de candidats à une fonction de pilote ou de contrôleur de la circulation aérienne qui sont traités par antidépresseurs

Les États peuvent, au cas par cas, certifier l'aptitude médicale de candidats à qui un SSRI approuvé a été prescrit (et qui prennent ledit médicament) pour un diagnostic établi de dépression en rémission. La certification médicale peut être, selon le cas, assortie de conditions jugées nécessaires pour garantir la sécurité aérienne (par exemple « le titulaire ne peut piloter que comme copilote ou avec un copilote », ce qui limite les opérations aux aéronefs en équipage multiple). Les pilotes et les ATCO qui prennent d'autres types d'antidépresseurs ne devraient généralement pas être pris en considération pour une certification.

La certification par les États de l'aptitude médicale de pilotes ou d'ATCO prenant des médicaments acceptés par le Service de délivrance des licences devrait être soumise aux conditions ci-après :

- a) Le candidat devrait être suivi par un médecin expérimenté dans la prise en charge de la dépression ;
- b) Le candidat devrait :
 - 1) être stabilisé en prenant une dose établie et appropriée de médicaments pendant au moins quatre semaines avant de reprendre ses fonctions de pilote/ATCO et ne présenter :
 - i) que des effets secondaires minimes, acceptables ;
 - ii) aucune interaction médicamenteuse ou réaction allergique ;
 - 2) être soumis à des examens cliniques révisionnels réguliers par le médecin, qui enverra des rapports de suivi à la section médicale du Service de délivrance des licences. Le candidat peut suivre des traitements concomitants (par ex. une psychothérapie) ;
 - 3) n'avoir aucune autre comorbidité psychiatrique importante ;
 - 4) ne requérir aucun autre traitement médicamenteux psychotrope ;
- c) prouver que les symptômes de dépression sont bien maîtrisés, sans indice de retard psychomoteur ;
- d) n'avoir aucune idée ou intention suicidaire ;
- e) n'avoir aucun antécédent de symptômes psychotiques ;
- f) n'avoir aucune caractéristique d'excitation (par ex. irritabilité ou colère) ;
- g) avoir une structure du sommeil normale ;
- h) avoir résolu tout facteur significatif ayant entraîné la dépression.

Il est souhaitable que le sujet suive en permanence une thérapie cognitivo-comportementale, rationnelle-émotive ou similaire mais une telle thérapie n'est pas nécessairement requise pour la certification.

Les pilotes ou ATCO autorisés à exercer leurs fonctions alors qu'ils sont sous SSRI ou sous antidépresseurs similaires devraient cesser d'exercer les privilèges de leur licence en cas de modification du médicament ou du dosage. Le médecin qui supervise le traitement peut les autoriser à reprendre leurs fonctions dès qu'ils sont jugés stables et exempts d'effets secondaires inacceptables.

Les pilotes et les ATCO dont la prise de médicaments est réduite dans la perspective d'un arrêt du traitement devraient cesser d'exercer les privilèges de leur licence pendant toute la période de sevrage, plus une période d'au moins deux semaines. Le médecin qui supervise le traitement peut autoriser la reprise des fonctions dès qu'ils sont jugés stables et exempts d'effets secondaires inacceptables ou d'indices de syndromes de sevrage.

L'utilisation d'outils d'évaluation objectifs est encouragée pour le suivi de ces titulaires d'un certificat. L'échelle de dépression de Hamilton³ est un de ces outils ; un test neuropsychologique formel constitue une autre option. Des tests sur simulateur ou d'autres tests basés sur le fonctionnement peuvent aussi être utilisés pour mesurer la performance. Les

3 L'échelle de dépression de Hamilton (HDRS), aussi appelée HAM-D est un questionnaire à choix multiples comptant 21 questions, utilisé pour mesurer la gravité d'une dépression majeure. Du nom de Max Hamilton, psychiatre allemand et statisticien en médecine (1912-1988)

États devraient donner des orientations sur les médicaments préférés ayant moins d'effets secondaires, tels que la sertraline, le citalopram et l'escitalopram.

Les critères/données de résultats sur les éléments autorisés à reprendre le travail devraient être établis de façon prospective et consignés en vue de la révision du programme.

RÉFÉRENCES RELATIVES À L'APPENDICE 2

- Annexe 1 — *Licences du personnel*, « Chapitre 6. Conditions médicales de délivrance des licences », Organisation de l'aviation civile internationale, Montréal, Canada, 11^e éd., 2011.
- Arroll, B., et al. "Efficacy and tolerability of tricyclic antidepressants and SSRIs compared with placebo for treatment of depression in primary care : a meta-analysis," *Annals of Family Medicine*, September-October 2005, Vol. 3, No. 5, pp. 449-56.
- Canfield D.V., et al., "Pilot medical history and medications found in post mortem specimens from aviation accidents," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, November 2006, Vol. 77, No. 11, pp. 1 171-73.
- Cipriani, A., et al., "Metareview on short-term effectiveness and safety of antidepressants for depression : an evidence-based approach to inform clinical practice," *Canadian Journal of Psychiatry*, September 2007, Vol. 52, No. 9, pp. 553-62.
- Civil Aviation Safety Authority (CASA) (2003). *Use of antidepressant medication by depressed pilots and air traffic controllers*. Designated Aviation Medical Examiners handbook. Australia : Civil Aviation Safety Authority.
- Geddes, J.R., et al., "Relapse prevention with antidepressant drug treatment in depressive disorders : a systematic review," *The Lancet*, 22 February 2003, Vol. 361, No. 9358, pp. 653-61.
- Guide for Aviation Medical Examiners*, Federal Aviation Authority, United States. Available from http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/aam/ame/guide/
- Hudson, D.E. Jr., "SSRI use in professional aircrew," [abstract]. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 2002, Vol. 73, pp. 244-45.
- _____, "SSRI use in professional aircrew," Panel presentation. Aerospace Medical Association annual meeting, 9 May 2002, Montréal, Canada.
- Joint Aviation Authorities. *Joint Aviation Requirements FCL Part 3 Medical*. Appendix 10, paragraph 2, Hoopddorf : Joint Aviation Authorities, 1998.
- Joint Aviation Authorities (Europe) *Manual of Civil Aviation Medicine*. Available from [http://www.jaa.nl/licensing/manual/11 %20-%20Psychiatry.pdf](http://www.jaa.nl/licensing/manual/11%20-%20Psychiatry.pdf)
- Jones, D.R., and R.R. Ireland, "Aeromedical regulation of aviators using selective serotonin reuptake inhibitors for depressive disorders," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, May 2004, Vol. 75, No. 5, pp. 461-70.
- Kessler, Ronald C. et al., "The Epidemiology of Major Depressive Disorder : Results From the National Comorbidity Survey Replication (NCS-R)," *Journal of the American Medical Association*, 2003, Vol. 289, No. 23, pp. 3 095-105.

Lange, M., "Maintenance SRI use in professional pilots : the Canadian experience," [abstract], *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 2002, Vol. 73, pp. 244.

Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984-AN/895), 2^e éd., Organisation de l'aviation civile internationale, Montréal, Canada, 1985

OMS, World Mental Health Survey Consortium, "Prevalence, Severity, and Unmet Need for Treatment of Mental Disorders in the World Health Organization World Mental Health Surveys," *Journal of the American Medical Association*, 2004 ; Vol. 291, No. 21, pp. 2 581–90.

Ross, J., et al., "Antidepressant use and safety in civil aviation : a case-control study of 10 years of Australian data," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, August 2007, Vol. 78, No. 8, pp. 749-55.

Sen, Ahmet, et al., *Selective Serotonin Reuptake Inhibitors : Medical History of Fatally Injured Aviation Accident Pilots*, DOT/FAA/AM-07/19, Office of Aerospace Medicine, Federal Aviation Administration, Washington, D.C., July 2007.

Westenberg, H.G.M., and C. Sandner, "Tolerability and safety of fluvoxamine and other antidepressants," *International Journal of Clinical Practice*, April 2006, Vol. 60, No. 4, pp. 482-91.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 10. TROUBLES NEUROLOGIQUES	III-10-1
10.1 Introduction	III-10-1
Principes généraux.....	III-10-1
10.2 Troubles épisodiques	III-10-2
Migraine.....	III-10-3
Céphalées en grappe	III-10-4
Céphalées chroniques quotidiennes	III-10-5
Amnésie globale transitoire (AGT)	III-10-5
Syncope	III-10-6
Épilepsie.....	III-10-7
Crise d'épilepsie unique	III-10-9
EEG de dépistage	III-10-10
10.3 Maladie cérébrovasculaire.....	III-10-10
Accident ischémique cérébral.....	III-10-10
Accident vasculaire hémorragique	III-10-11
Hémorragie sous-arachnoïdienne	III-10-11
10.4 Traumatisme crânien cérébral	III-10-12
Syndrome post-commotion cérébrale.....	III-10-13
Déficit neurologique focal	III-10-13
Séquelles cognitives résiduelles.....	III-10-13
Épilepsie post-traumatique (EPT).....	III-10-13
10.5 Néoplasmes	III-10-14
Néoplasmes bénins	III-10-14
Néoplasmes malins	III-10-15
10.6 Problèmes héréditaires, de dégénérescence et de démyélinisation	III-10-15
Tremblement familial et tremblement essentiel	III-10-16
Maladie de Parkinson.....	III-10-16
Sclérose en plaques.....	III-10-17
Considérations opérationnelles	III-10-17
10.7 Conclusion	III-10-18
Lectures recommandées	III-10-18

Chapitre 10

TROUBLES NEUROLOGIQUES

10.1 INTRODUCTION

10.1.1 Étant donné qu'un système nerveux sain et fonctionnant normalement est considéré comme indispensable pour garantir la sécurité aérienne, on pourrait conclure que seules des personnes en parfait état neurologique devraient être titulaires d'une licence d'aviation. Or, le système nerveux, à l'instar de tout autre système du corps, peut connaître des états anormaux, de sorte que tous les titulaires de licence ne sont pas neurologiquement parfaits. Le présent chapitre aborde les états neurologiques susceptibles de compromettre la sécurité des vols. Tandis que certains peuvent être admis, avec ou sans conditions, d'autres peuvent exclure la certification médicale.

10.1.2 Les exigences de l'Annexe 1 concernant le système nerveux sont les suivantes (identiques pour les attestations médicales de classe 1, 2 et 3) :

6.3.2.3 Le candidat ne présentera ni antécédents médicaux reconnus ni diagnostics cliniques révélant :

- a) une affection évolutive ou non évolutive du système nerveux dont les effets sont susceptibles d'empêcher le candidat d'exercer avec sécurité les privilèges de sa licence et de ses qualifications ;
- b) une épilepsie ; ou
- c) des troubles de la conscience sans explication étiologique médicale satisfaisante.

6.3.2.4 Le candidat n'aura pas souffert de traumatisme crânien dont les effets sont susceptibles de l'empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de sa licence et de ses qualifications.

Principes généraux

10.1.3 En considérant les troubles neurologiques chez les titulaires de licence, l'évaluateur médical devrait avoir à l'esprit les questions suivantes :

1. Le titulaire de licence souffre-t-il d'une maladie neurologique ?
2. Si l'état est stable, cet état compromet-il la sécurité des vols d'un point de vue fonctionnel ?
3. L'affection a-t-elle un profil temporel évolutif qui peut être surveillé ?
4. L'affection est-elle susceptible d'entraîner une incapacité insidieuse ?
5. L'affection est-elle susceptible d'entraîner une incapacité soudaine ?
6. Le titulaire de licence s'est-il remis de son affection sans séquelles neurologiques résiduelles significatives d'un point de vue fonctionnel ?

10.1.4 Les antécédents jouent généralement un rôle capital dans l'évaluation des affections neurologiques, car les résultats de l'examen neurologique et des analyses de laboratoire sont souvent normaux. Pour souligner ce principe, il

suffit d'évoquer la syncope, la migraine, l'épileptique présentant un EEG normal ou l'accident ischémique transitoire sans souffle cervical ou autre constatation. Les antécédents sont souvent le seul moyen d'établir le diagnostic, que les renseignements proviennent du titulaire de la licence, de témoins, d'un urgentiste, d'un médecin, des dossiers médicaux, de la famille ou de pairs. Des erreurs dans les décisions aéromédicales sont généralement dues à des inexactitudes dans les antécédents.

10.1.5 Un autre aspect important de l'évaluation de l'aptitude neurologique est le rôle des analyses de laboratoire. Le résultat des tests doit être interprété dans le contexte du bilan clinique complet. Jusqu'à 40 % des épileptiques ont des électroencéphalogrammes normaux et un pourcentage considérable d'individus normaux ont des résultats faussement positifs aux tests sur table d'inclinaison. L'évaluateur médical doit rester très conscient des faux positifs et faux négatifs dans les résultats de tests de laboratoire.

10.1.6 Dans la perspective d'une décision aéromédicale, l'évaluateur médical doit adopter une approche objective de l'évaluation du risque. Quel est le risque de récurrence acceptable chez un candidat ? Le risque d'incapacité ne peut être réduit à zéro, car chaque individu présente le risque d'une première crise d'épilepsie ou d'un premier AVC, par exemple. Lorsqu'un risque accru a été mis en évidence par un événement neurologique ou par les résultats d'un examen, une décision doit être prise en ce qui concerne le risque acceptable dans un environnement aéronautique. Le risque acceptable variera probablement en fonction des tâches que le candidat pourra accomplir en vertu de sa licence. Un pilote professionnel exerçant les privilèges de sa licence sur des vols monopilotes de transport public a besoin d'un niveau d'aptitude supérieur à celui qui est exigé d'un pilote privé. Dans le présent chapitre, nous partons du principe qu'un risque d'incapacité future de 1 % par an est un risque maximum raisonnable que l'on peut accepter pour un pilote professionnel assurant des vols en équipage multiple, bien qu'il soit reconnu que certains États utilisant des critères de risque objectifs pourraient considérer une telle approche comme trop restrictive. Toutefois, pour les États qui recherchent des éléments d'orientation sur ces questions, ce chiffre est un point de départ raisonnable, sur lequel certains États contractants ont acquis une expérience considérable. Le thème de l'évaluation du risque et de la latitude dans la certification médicale est abordé plus en détail au Chapitre 2 de la Partie I.

10.1.7 Il n'y a pas lieu, dans le présent chapitre, de passer en revue tous les troubles neurologiques. Nous nous limiterons aux affections neurologiques couramment rencontrées par l'évaluateur médical.

10.1.8 Dans la suite de ce chapitre, nous utilisons les expressions « Incidences opérationnelles » et « Considérations aéromédicales ». La première concerne la décision initiale relative à l'aptitude à exercer les privilèges d'une licence ; la deuxième, une décision subséquente qui pourra être prise après mûre réflexion, après l'écoulement d'un certain laps de temps et/ou après examen et investigations appropriés.

10.2 TROUBLES ÉPISODIQUES

10.2.1 Étant de nature à provoquer une incapacité, les troubles épisodiques revêtent clairement de l'importance dans le contexte de la médecine aéronautique. Des migraines, des céphalées en grappe, une amnésie globale transitoire, l'épilepsie ou une crise d'épilepsie isolée sont autant de cas qui se présentent dans la population de titulaires de licence, parfois même fréquemment. Bien que le vertige soit souvent d'origine périphérique (labyrinthique), il en existe une variante centrale, faisant intervenir une affection vasculaire ou démyélinisante du tronc cérébral. L'évaluateur médical doit déterminer si le cas justifie une certification médicale sans restrictions ou la délivrance d'une attestation d'aptitude conditionnelle ou une disqualification. En général, un risque d'incapacité dépassant 1 % par an est considéré comme inacceptable pour l'exercice de toutes les classes de fonctions aéronautiques ainsi que de fonctions de contrôle de la circulation aérienne sensibles en termes de sécurité.

Migraine

10.2.2 Comme la migraine est une affection courante (touchant 17 % des femmes, 10 % des hommes), c'est un problème fréquent parmi les candidats à une certification aéromédicale. Il existe trois types de migraine :

1. La *migraine courante* : Les céphalées se produisent sans aura et sont souvent, mais pas invariablement, unilatérales. Les signes cliniques peuvent comprendre : céphalée à caractère pulsatile, sensibilité à la lumière et/ou au bruit, nausées, vomissements et prostration. La céphalée peut durer plusieurs heures ou parfois plusieurs jours et laisse souvent au sujet une sensation d'épuisement.
2. La *migraine classique* : Dans la migraine classique, une aura précède de quelques minutes la céphalée. Des auras visuelles de descriptions multiples sont courantes et peuvent inclure des lumières clignotantes ou étincelantes, des structures géométriques ou tourbillonnantes colorées ou des structures en zigzag ou des altérations du champ visuel. La migraine peut engendrer d'autres symptômes neurologiques focaux, tels qu'un engourdissement de la face ou de la main ou des difficultés d'expression orale. Vient ensuite la céphalée.
3. L'*équivalent migraineux* : Cette affection, aussi appelée migraine acéphalgique, se caractérise par une aura classique, mais sans céphalée consécutive.

10.2.3 D'autres formes de migraine sont rares, notamment « migraine compliquée » (migraine hémiplegique ou autre forme d'attaque), migraine ophtalmoplégique avec paralysie du nerf III et migraine basilaire avec ataxie et confusion.

10.2.4 Lorsqu'il s'agit de déterminer l'aptitude médicale en présence de migraine, l'évaluateur médical doit tenir compte des éléments suivants :

1. Prodrome : Certains migraineux ont un sentiment de malaise mal défini, une sensation d'angoisse ou d'instabilité un jour, voire plus, avant le déclenchement de la céphalée, ce qui permet de prendre des mesures de prévention.
2. Facteurs précipitants : Certains aliments (surtout le fromage et le chocolat), la privation de sommeil, l'exposition au soleil, un stress émotionnel, l'alcool (surtout le vin rouge) et bien d'autres facteurs peuvent être des déclencheurs spécifiques de migraine chez un individu. L'identification de ces facteurs peut permettre la mise en place de contre-mesures.
3. Aura : La nature de l'aura est importante pour décider de l'aptitude à exercer des fonctions aéronautiques. Un petit croissant scintillant ou vibrant dans une petite partie du champ visuel peut être sans conséquence, tandis que la perte transitoire de la moitié du champ visuel serait incontestablement grave pour la sécurité.
4. Rapidité du déclenchement : Chez certaines personnes, un déclenchement rapide mène à une incapacité relative en l'espace de quelques minutes, tandis que chez d'autres, le déclenchement progressif sur plusieurs heures laisse amplement le temps d'éviter la migraine en vol.
5. Fréquence : Les intervalles entre les migraines peuvent durer des années chez certains, des semaines ou des jours chez d'autres.
6. Gravité : La migraine sévère peut être essentiellement incapacitante en raison de la douleur, des vomissements et de la prostration. Toutefois, il existe tout un éventail de degrés de gravité, allant de ce niveau à un simple phénomène pulsatile ou à un mal de tête à peine perceptible.

7. Traitement : Certains médicaments, tels que les bêta-bloquants ou les inhibiteurs du canal calcique, peuvent être acceptables pour la prophylaxie de la migraine dans un contexte aéronautique, mais les effets sur le système nerveux central qu'ont certains autres (tels que l'acide valproïque, les antidépresseurs et les analgésiques narcotiques) en interdisent l'usage chez les aviateurs.

Incidences opérationnelles

10.2.5 Un diagnostic de migraine n'est compatible avec aucune classe de certification médicale tant que le niveau de risque potentiel pour la sécurité aérienne n'a pas été déterminé de façon satisfaisante et que des contre-mesures efficaces n'ont pas été mises en œuvre.

Considérations aéromédicales

10.2.6 Les candidats migraineux peuvent être pris en considération pour une certification médicale si la migraine peut être maîtrisée. Chez certains, le simple fait d'éviter les facteurs précipitants peut suffire. Il faut évaluer l'aura. La perte de vision dans une moitié du champ visuel n'est pas acceptable, tandis que l'occurrence en vol d'un scintillement mineur à l'extrême périphérie du champ visuel pourrait ne pas causer d'entrave fonctionnelle significative. Un déclenchement lent sur de nombreuses heures peut permettre la mise en place de contre-mesures, tandis qu'un déclenchement rapide en quelques minutes serait inacceptable. Une fréquence d'une ou deux migraines par an peut ne pas être disqualifiante, tandis qu'une fréquence de plusieurs épisodes par mois exclurait la certification. La migraine sévère peut être incapacitante, tandis qu'une migraine légère peut être sans conséquence. S'il est prouvé de manière satisfaisante qu'un traitement avec des médicaments acceptables a été fructueux, une certification médicale peut être possible. Les bêta-bloquants et les inhibiteurs du canal calcique comptent parmi les médicaments acceptables, contrairement aux antidépresseurs, anticonvulsifs, analgésiques narcotiques et à plusieurs autres médicaments.

10.2.7 La migraine peut constituer un risque inacceptable pour certaines opérations, telles que le vol monopilote, dans une perspective de déploiement immédiat. Les opérations en équipage multiple peuvent atténuer le risque. De même, dans les opérations de contrôle de la circulation aérienne, le relèvement d'une fonction est possible, mais des fonctions de contrôle de la circulation aérienne non sensibles en termes de sécurité peuvent être une option pendant une période d'observation.

10.2.8 Une période d'observation de 6 à 12 mois sera souvent appropriée pour faire la preuve de l'efficacité des contre-mesures et/ou du traitement mis en place.

Céphalées en grappe

10.2.9 Les céphalées en grappe (céphalée de Horton¹, céphalée histaminique) sont une forme distincte, rare, de céphalée, caractérisée par un déclenchement soudain de douleurs sévères intra-orbitales, rétro-orbitales ou péri-orbitales qui durent de 30 à 45 minutes puis se dissipent rapidement. Les signes cliniques associés peuvent inclure une congestion nasale unilatérale, une rhinorrhée, la rougeur des yeux avec larmoiement et, parfois, un syndrome de Horner². On entend par « grappe » une période d'une ou plusieurs céphalées par jour, se produisant parfois avec une précision d'horloge, pendant plusieurs semaines. Ces céphalées sont sévères et incapacitantes et exigent un traitement intensif pendant l'épisode. Les intervalles entre les grappes peuvent se mesurer en années. Au cours de tels intervalles, une certification médicale peut être envisagée.

1 Céphalée de Horton : du nom de Bayard Taylor Horton, médecin américain (1895-1980).

2 Syndrome de Horner : ptôse de la paupière supérieure, contraction de la pupille et anhidrose et rougeur du côté du visage atteint. Du nom de Johann Friedrich Horner, ophtalmologiste suisse (1831-1886).

Incidences opérationnelles

10.2.10 Les céphalées en grappe sont disqualifiantes pour toutes les classes de certification médicale parce qu'elles sont incapacitantes et que le traitement médical est généralement incompatible avec l'exercice de fonctions sensibles en termes de sécurité.

Considérations aéromédicales

10.2.11 Comme les céphalées en grappe peuvent être espacées de plusieurs mois ou plusieurs années, il est approprié d'envisager la certification médicale lorsque la grappe s'est achevée et que le traitement est terminé. La fréquence des grappes précédentes est un aspect important à prendre en considération dans le cadre de cette évaluation.

Céphalées chroniques quotidiennes

10.2.12 Bien qu'elles ne soient pas un trouble épisodique, les céphalées chroniques quotidiennes sont mentionnées ici pour des raisons pratiques. Désignées jadis sous d'autres noms, tels que céphalées de tension, ces céphalées ne sont pas incapacitantes, mais agaçantes et fréquentes. Les agents thérapeutiques (tels que les analgésiques contenant des barbituriques, les antidépresseurs, les tranquillisants mineurs, etc.) constituent la principale source de préoccupation sur le plan de la médecine aéronautique.

Incidences opérationnelles

10.2.13 Les céphalées chroniques quotidiennes sévères exigeant un traitement sont disqualifiantes pour toutes les classes de certification médicale.

Considérations aéromédicales

10.2.14 Outre la distraction et l'inconfort qu'elles induisent, les céphalées chroniques quotidiennes sont souvent traitées au moyen d'analgésiques narcotiques, d'antidépresseurs, d'anticonvulsifs, voire de sédatifs hypnotiques et de tranquillisants mineurs. L'affection en elle-même et son traitement excluent donc la certification tant que cet état se prolonge. Souvent, il faut aussi être attentif à l'existence de facteurs psychologiques.

10.2.15 La certification médicale peut être envisageable lorsque le sujet n'a plus besoin de médicaments incompatibles avec l'exercice de fonctions aéronautiques et que les facteurs psychologiques ont été résolus. Une période d'observation de trois à six mois pour documenter la résolution des symptômes est appropriée pour ce qui concerne un problème de céphalées chroniques quotidiennes.

Amnésie globale transitoire (AGT)

10.2.16 Cette affection se caractérise par le déclenchement soudain d'une amnésie antérograde sévère et d'un degré variable d'amnésie rétrograde, qui se résolve dans les 24 heures (durée moyenne de 4 à 6 heures). L'individu a une performance normale, mais pose des questions répétitives et n'enregistre pas de nouveaux souvenirs. Des fonctions complexes, telles que fabriquer une armoire, monter un vélo ou piloter un aéronef, peuvent être exécutées sans faille pendant l'épisode d'amnésie. Lorsque l'épisode se termine, l'amnésie rétrograde se comprime dans le temps, laissant un « trou » rétrograde permanent d'une heure, voire plus. L'AGT survient généralement entre 50 et 90 ans, mais des cas ont aussi été signalés à l'adolescence.

10.2.17 Les facteurs précipitants signalés incluent une immersion dans l'eau froide, un épuisement physique, des rapports sexuels, l'usage de benzodiazépine, des procédures médicales telles qu'une angiographie par voie transfémorale, et une émotion intense.

10.2.18 Bien qu'il s'agisse typiquement d'un événement isolé, un taux de récurrence de 3 % par an sur cinq ans a été signalé. La cause est inconnue, mais toute association entre l'AGT et une maladie cérébrovasculaire a été réfutée sur la base de preuves scientifiques. La certification médicale peut être envisagée après une période d'observation.

Incidences opérationnelles

10.2.19 Un diagnostic d'amnésie globale transitoire est disqualifiant pour toutes les classes de certification médicale, en raison du risque d'incapacité soudaine.

Considérations aéromédicales

10.2.20 Chez beaucoup d'individus atteints d'amnésie globale transitoire, un facteur précipitant proche peut être facilement identifié, notamment un stress émotionnel, une immersion dans l'eau froide ou d'autres facteurs.

10.2.21 En l'absence de facteurs précipitants, une certification médicale est appropriée après une période d'observation sans symptômes d'au moins un an. Une restriction aux opérations en équipage multiple et à des fonctions de contrôle de la circulation aérienne non sensibles en termes de sécurité peut offrir une atténuation du risque supplémentaire.

Syncope

10.2.22 La syncope se définit comme une perte de conscience et de tonus postural due à une hypoperfusion cérébrale globale, suivie d'un rétablissement spontané. Dans une syncope imminente ou une présyncope, la conscience est altérée, mais préservée. Cette affection est courante : elle se produit dans 3 % de la population. Les termes syncope vaso-vagale, neuro-cardiogénique et à médiation neurale sont synonymes. La syncope à réflexe vasodilatateur s'accompagne d'un effondrement de la résistance périphérique (relaxation des sphincters précapillaires). Il s'agit d'un mécanisme prédominant dans la plupart des syncopes. La syncope à réflexe cardio-inhibiteur, par contre, se caractérise par une bradycardie. Une syncope soudaine est presque toujours d'origine cardiaque (réflexe cardio-inhibiteur). La syncope est une perturbation de l'homéostasie, équilibre entre débit cardiaque, volume sanguin et résistance périphérique.

10.2.23 Il importe d'établir une distinction clinique entre la syncope et d'autres affections, surtout la crise d'épilepsie. À cet égard, les antécédents sont primordiaux et l'évaluateur médical devrait s'intéresser aux aspects suivants :

1. Contexte postural : La syncope se produit généralement en position debout ; elle est inhabituelle en position assise et rare en décubitus.
2. Prodrome : La syncope à réflexe vaso-dilatateur s'accompagne souvent d'un prodrome important de 2 à 5 minutes, pendant lequel des symptômes spécifiques peuvent se produire. Les symptômes visuels (vision assombrie ou champs visuels étranglés, vision décolorée en blanc ou jaune) indiquent une ischémie rétinienne, non cérébrale, donc un événement extra-cérébral. Nausées, malaise gastrique, bâillements, vertiges, pâleur et sudation sont également des caractéristiques fréquentes.
3. La syncope : elle est brève, durant 10 à 15 secondes, et avec peu, voire pas de confusion. L'individu est pâle, avec une dépression respiratoire légère ou une respiration imperceptible. La perte de connaissance est un événement hypotonique dans lequel l'individu s'effondre.
4. Convulsions et incontinence urinaire : De brefs spasmes convulsifs ou des contractures s'observent dans 10 % des cas de syncope ; une incontinence urinaire survient chez un pourcentage similaire. Il faut se garder d'interpréter ces symptômes comme des signes de crise d'épilepsie.

5. Contexte de la syncope : Des circonstances spécifiques sont souvent associées à la syncope, entre autres des soucis, la peur, la miction, l'effort physique (syncope de l'haltérophile), une procédure médicale telle que la veinopuncture, la douleur, la vue du sang, etc.

10.2.24 Pour déterminer l'importance de la syncope dans une perspective aéromédicale, l'évaluateur médical devra rechercher le mécanisme à l'origine de la syncope. Heureusement, la syncope situationnelle bénigne est la plus fréquente. Parmi les autres causes, citons les événements orthostatiques liés à des médicaments, à une perte de sang, à la déshydratation et à d'autres mécanismes. Des perturbations du débit cardiaque et du rythme cardiaque doivent aussi être envisagées. Les crises d'épilepsie peuvent ressembler à une syncope, et différencier la syncope de la crise d'épilepsie a de claires incidences aéromédicales. La nature et l'orientation de l'évaluation de la syncope sont guidés par le contexte clinique. Une fois exclus les mécanismes potentiellement graves de syncope, la certification médicale peut être envisagée.

Incidences opérationnelles

10.2.25 La syncope devrait être considérée comme disqualifiante pour toutes les classes de certification médicale, jusqu'à ce que la cause en soit déterminée et que le risque de récurrence ait été établi.

Considérations aéromédicales

10.2.26 Heureusement, les syncopes sont le plus souvent bénignes et généralement situationnelles. Une certification médicale est appropriée lorsque la nature bénigne de l'événement a été établie et que des mécanismes potentiellement graves de syncope ont été considérés et exclus. Si un traitement ou d'autres mesures sont appliqués, il pourrait être approprié de prévoir une période d'observation allant de trois mois à un an. Une période de trois mois pourrait être appropriée lorsqu'un ou deux événements bénins totalement expliqués se sont produits de façon espacée, tandis que des épisodes récurrents multiples exigeant un traitement peuvent justifier une période d'observation de six à douze mois avant qu'une certification médicale soit envisagée. Une limitation aux opérations en équipage multiple et à des fonctions de contrôle de la circulation aérienne non sensibles en termes de sécurité peut, du moins pendant un certain laps de temps, atténuer le risque davantage encore. D'autres considérations à ce propos figurent au Chapitre 1 de la Partie III, Appareil cardiovasculaire.

Épilepsie

10.2.27 Une crise d'épilepsie est une décharge excessive paroxystique anormale de neurones du cortex cérébral. Épilepsie et trouble épileptique sont synonymes. L'épilepsie se définit comme une prédisposition à des crises d'épilepsie récurrentes non provoquées. Un individu doit connaître des crises d'épilepsie récurrentes (c.-à-d. au moins deux) pour être diagnostiqué épileptique.

10.2.28 Toutes les crises convulsives ne relèvent pas de l'épilepsie. Par exemple, des crises symptomatiques aiguës peuvent se produire en cas d'hypoglycémie induite par l'insuline, d'hypoxie liée à un arrêt cardiaque, d'hyponatrémie, d'infection aiguë (par ex. méningite à pneumocoque avec pénicilline à haute dose) et en présence d'autres facteurs précipitants symptomatiques. Ces états n'annoncent en rien un potentiel épileptique chronique. Par contre, des crises symptomatiques liées à un hématome sous-dural survenu six mois auparavant indiquent la présence d'une cicatrice gliale et une probabilité de crises récidivantes.

10.2.29 Du point de vue de la médecine aéronautique, un classement de base des crises suffit :

1. Crise généralisée dès le déclenchement : Au déclenchement de la crise, comme le terme l'indique, des décharges épileptiformes simultanées se produisent dans toutes les zones du cortex. La crise tonico-clonique ou « grand mal » idiopathique en est la forme la plus spectaculaire. De brèves pertes de

conscience peuvent survenir dans les crises de petit mal (crises d'absence), qui se produisent généralement durant l'enfance.

2. Crise partielle simple : Anciennement appelée crise focale, la crise partielle simple survient dans une zone limitée du cortex cérébral, les signes cliniques dépendant de la zone touchée. Par définition, la conscience est préservée. Des spasmes convulsifs localisés dans une main peuvent se produire à partir d'un néoplasme dans le cortex cérébral contro-latéral.
3. Crise partielle complexe : Anciennement appelée épilepsie psychomotrice ou épilepsie du lobe temporal, la crise partielle complexe est aussi focale (partielle) au niveau du déclenchement, mais la conscience est altérée. Une aura peut se produire, notamment sous la forme d'une illusion de déjà vu, d'une pensée forcée ou d'un souvenir obsédant. La conscience est altérée et un état onirique peut s'installer, avec non-réactivité à l'environnement. Des mouvements stéréotypés (automatismes du lobe temporal) peuvent se produire. L'épisode dure une minute ou deux, une certaine confusion post-ictale étant courante.
4. Crise partielle avec généralisation secondaire : Toute crise partielle peut s'étendre à d'autres structures du cerveau et évoluer en crise tonico-clonique généralisée. Par exemple, une crise peut débuter dans la main et s'étendre progressivement au bras et à la moitié du corps (évolution de type jacksonien³), puis évoluer en crise généralisée (grand mal ou crise tonico-clonique généralisée).

10.2.30 Il est important de reconnaître une crise partielle (focale), car ce type de crise implique la présence d'une lésion focale. La nature de cette lésion focale (cicatrice, hématome, malformation caverneuse, infarctus, néoplasme, autre) doit être déterminée. Toutefois, 60 % de toutes les crises d'épilepsie sont de cause inconnue.

10.2.31 Une crise tonico-clonique généralisée (grand mal) commence par une phase tonique de 15 à 20 secondes. Les yeux restent ouverts et sont déviés vers le haut. L'exhalation forcée contre des cordes vocales partiellement fermées peut engendrer un long et étrange « cri épileptique », en decrescendo. On constate une cyanose, une apnée et une extension tonique des membres. La phase tonique cède rapidement la place à une phase clonique, caractérisée par une alternance de contractions et de relaxations cloniques. Les intervalles de relaxation s'allongent progressivement jusqu'à la fin de la crise, généralement en l'espace d'une à deux minutes. Une morsure de la langue et une perte d'urines surviennent souvent. La confusion post-ictale est caractéristique, tout comme l'amnésie de l'épisode. Céphalées, nausées, vomissements, douleurs musculaires et fatigue suivent fréquemment une crise.

10.2.32 Lorsque l'on évalue des crises d'épilepsie, il faut tenir compte de nombreux facteurs (antécédents familiaux, médicaments, consommation d'alcool ou de drogues illicites, traumatisme neurologique ancien) ainsi que de l'EEG et des résultats des techniques d'imagerie. Les antécédents revêtent une grande importance pour distinguer une crise d'épilepsie d'une syncope accompagnée de convulsions.

10.2.33 Les éléments qui interviennent dans l'évaluation d'une crise d'épilepsie sont les antécédents, l'examen neurologique, l'électroencéphalogramme et, généralement, un examen d'imagerie (CT⁴ ou IRM⁵ du cerveau). Un dépistage des drogues peut être utile, tout comme des analyses de laboratoire de routine. L'EEG peut être normal chez jusqu'à 40 % des individus épileptiques et un petit nombre de personnes ont des EEG épileptiformes mais pas de crises (respectivement « crises sans pointes » et « pointes sans crises »).

3 Crise jacksonienne : progression d'une activité électrique anormale d'une zone du cortex cérébral aux zones adjacentes. Du nom de John Hughlings Jackson, neurologue anglais (1835-1911).

4 CT : tomographie assistée par ordinateur.

5 IRM : imagerie par résonance magnétique

10.2.34 Vu la propension des crises à se répéter, une évaluation complète est requise avant d'envisager une certification médicale. Des syndromes spécifiques, tels que l'épilepsie rolandique⁶ bénigne avec pointes centro-temporales, se caractérisent par une rémission permanente. Dans d'autres cas, les crises peuvent se reproduire après de longs intervalles. Une évaluation neurologique complète est justifiée lorsqu'une certification médicale est envisagée pour des individus ayant des antécédents de crises d'épilepsie. Un petit nombre d'individus ont été déclarés aptes à la suite d'un traitement chirurgical de l'épilepsie.

Incidences opérationnelles

10.2.35 L'existence d'un trouble épileptique ou d'antécédents de type épileptique est disqualifiante pour toutes les classes de certification médicale.

Considérations aéromédicales

10.2.36 Il est prudent d'adopter une position selon laquelle la propension des crises à se reproduire justifie une disqualification permanente. Une certification médicale n'est appropriée que dans des circonstances très spécifiques, lorsque le sujet a subi une évaluation complète et qu'il a été établi que la rémission est permanente. Des antécédents de poussées fébriles n'annoncent en rien un potentiel épileptique à long terme. Dans le cas d'affections résolutive spécifiques, comme l'épilepsie rolandique bénigne à pointes centro-temporales, le sujet peut être déclaré médicalement apte après une période d'observation de cinq ans ou plus. Des crises symptomatiques aiguës (notamment liées à une hyponatrémie) n'annoncent en rien un potentiel épileptique chronique et sont compatibles avec une certification médicale. Une évaluation neurologique complète se justifie lorsqu'une certification médicale est envisagée chez des individus ayant des antécédents de trouble épileptique. De plus, le risque de récurrence doit être évalué ; s'il est supérieur à 1 % par an, une certification médicale ne peut être envisagée.

Crise d'épilepsie unique

10.2.37 Lorsqu'un individu connaît sa toute première crise, il convient de réaliser une recherche approfondie de la cause. Les facteurs de risque de récurrence comprennent des cas d'épilepsie parmi les proches parents, des antécédents de crises fébriles, une crise symptomatique aiguë précédente, un traumatisme neurologique ancien, un examen neurologique anormal, une imagerie cérébrale anormale et un EEG anormal. En l'absence de ces facteurs de risque, le risque de récurrence est d'environ 30 % sur quatre ans. Si le sujet non traité ne connaît pas de récurrence dans les quatre ans, le risque peut alors devenir acceptable pour qu'une certification médicale puisse être envisagée.

Incidences opérationnelles

10.2.38 La survenance d'une crise unique est disqualifiante pour toutes les classes de certification médicale.

Considérations aéromédicales

10.2.39 Une certification médicale peut se justifier après une crise unique lorsque tous les examens sont normaux et qu'il n'existe pas de facteurs de risque de récurrence. Elle ne pourra être envisagée avant la fin d'une période d'observation de quatre années sans crises et sans traitement médicamenteux. Lorsque les examens sont normaux et qu'il n'existe pas de facteurs de risque, le risque de récurrence après quatre ans avoisine celui de la population normale. À ce stade, une certification médicale peut être appropriée.

6 Épilepsie rolandique : du nom de Luigi Rolando, anatomiste italien (1773-1831).

EEG de dépistage

10.2.40 Le recours à l'EEG à des fins de dépistage chez les candidats sans antécédents pertinents est controversé depuis de nombreuses années. La *Federal Aviation Administration* des États-Unis et les Autorités européennes conjointes de l'aviation n'exigent pas d'EEG à des fins d'investigation, sauf s'il est indiqué de procéder à ce type d'examen. Toutefois, certains États utilisent l'EEG comme outil d'évaluation du risque d'épilepsie. Comme des décharges épileptiformes peuvent se produire chez des individus n'ayant jamais eu de crise, une EEG peut entraîner une disqualification injustifiée. Les dispositions de l'OACI en matière médicale n'exigent pas de dépistage régulier par EEG et la plupart des principaux États contractants ont décidé qu'une EEG de dépistage n'était pas indispensable pour la sécurité aérienne.

10.3 MALADIE CÉRÉBROVASCULAIRE

Accident ischémique cérébral

10.3.1 Quatre-vingt-cinq pour cent des accidents vasculaires cérébraux sont des événements thrombotiques ischémiques, le reste étant d'origine hémorragique. Les accidents ischémiques cérébraux incluent l'accident athéromotique dans une artère majeure (par ex. l'artère carotide extracrânienne ou l'artère cérébrale moyenne) et l'infarctus lacunaire d'un petit vaisseau, fréquent chez les individus hypertendus. Il faut aussi envisager l'accident embolique (d'artère à artère ou de source cardio-embolique). Chez les personnes qui font un accident ischémique transitoire (AIT), le risque d'accident subséquent est d'environ 30 % dans les cinq ans.

10.3.2 Les facteurs de risque d'accident vasculaire sont l'hypertension, l'hyperlipidémie, le diabète, le tabagisme, les pathologies cardiaques, la fibrillation atriale et une sténose asymptomatique de la carotide. Chez les jeunes, il faut envisager des facteurs supplémentaires tels qu'un état hypercoagulable, la persistance d'un foramen ovale et des artériopathies.

10.3.3 L'évaluateur médical n'a généralement pas à intervenir dans l'évaluation ou le traitement de cas aigus d'accidents vasculaires, mais il doit intégrer tout antécédent d'accident vasculaire dans l'évaluation médicale lorsqu'une certification médicale est demandée. Il est clair que tout déficit neurologique persistant doit être considéré en termes de compromis fonctionnel.

10.3.4 S'il y a absence de déficit neurologique significatif, le risque de récurrence d'accident vasculaire devient la considération primordiale pour prendre une décision aéromédicale (de même que le risque de cardiopathie dans le cas d'un accident concernant une artère majeure telle que la carotide). Au-delà de la première année, le risque de récurrence est d'environ 4 % par an, avec un certain degré de variation en fonction du sous-type d'accident vasculaire.

10.3.5 Lorsqu'il envisage une certification médicale après un accident vasculaire cérébral, l'évaluateur médical doit tenir compte du mécanisme de l'accident vasculaire, des éventuelles mesures correctrices entreprises (endartériectomie carotidienne), du degré d'attention porté aux facteurs de risque (par ex. traitement de l'hypertension et de l'hyperlipidémie) et de la stabilité neurologique pendant une période d'observation appropriée.

Incidences opérationnelles

10.3.6 L'accident ischémique est disqualifiant pour toutes les classes de certification médicale.

Considérations aéromédicales

10.3.7 L'accident vasculaire est un terme qui couvre des réalités hétérogènes aux causes multiples, de sorte qu'il convient d'effectuer une évaluation minutieuse au cas par cas. Une certification médicale est appropriée lorsque la cause et les facteurs de risque ont été identifiés et qu'il y a été remédié et lorsque le risque de récurrence a été évalué. Une récurrence

d'accident vasculaire peut entraîner une incapacité soudaine, de sorte qu'un risque de récurrence dépassant 1 % par an n'est pas acceptable. Une période d'observation sans récurrence s'impose avant la certification médicale après un accident ischémique. Cette période dépendra du mécanisme concerné et des facteurs de risque. Dans le cas d'un accident vasculaire à mécanisme connu chez un jeune (par ex. foramen ovale perméable avec embolie paradoxale et fermeture réussie), une certification médicale peut être envisagée après un an. Si un individu présentant une dissection artérielle ne connaît pas de récurrence dans l'année, le risque de récurrence subséquent est inférieur à 1 % par an. Dans le cas d'un accident vasculaire lacunaire associé à une maladie micro-vasculaire liée à l'hypertension, une certification médicale peut être envisageable après un an, tandis qu'elle ne le sera qu'après deux ans dans le cas d'une maladie athéromatose avec facteurs de risque. Dans certains cas, une certification médicale pourrait ne jamais être appropriée.

Accident vasculaire hémorragique

10.3.8 La grande majorité des hémorragies intracérébrales parenchymateuses se produisent chez les individus hypertensifs. Le décès ou un grave handicap exclut généralement la délivrance d'une attestation d'aptitude médicale. Des malformations vasculaires, dont des angiomes caverneux, peuvent aussi provoquer une hémorragie intracérébrale, parfois avec rétablissement complet. Dans certains cas, une intervention chirurgicale est pratiquée, ce qui permet ensuite une certification médicale. Bien que la correction chirurgicale d'une malformation vasculaire puisse empêcher une nouvelle hémorragie, le risque de crises d'épilepsie résiduelles peut quand même exclure la certification.

Incidences opérationnelles

10.3.9 Un accident vasculaire hémorragique est disqualifiant pour toutes les classes de certification médicale.

Considérations aéromédicales

10.3.10 La plupart des accidents vasculaires hémorragiques se produisent chez des individus hypertensifs et beaucoup provoquent la mort ou un grave handicap. Dans de rares cas, la destruction des tissus est minime et le rétablissement est complet ou quasi complet. Les hémorragies liées à l'usage d'anticoagulants peuvent ne pas causer de déficit important.

10.3.11 Si la cause de l'hémorragie peut être identifiée et corrigée de façon satisfaisante, une certification médicale peut être possible dès que le risque de récurrence aura été évalué. Le risque de récurrence dépendra du mécanisme sous-jacent. Il est approprié de respecter une période d'observation d'un à deux ans après un accident vasculaire hémorragique. Une évaluation neurologique complète indiquant un rétablissement satisfaisant et l'absence de facteurs de risque pertinents peut autoriser alors une certification médicale.

Hémorragie sous-arachnoïdienne

10.3.12 L'hémorragie sous-arachnoïdienne résulte le plus souvent d'une rupture soudaine d'un anévrisme sacciforme intracrânien. Les anévrismes apparaissent d'ordinaire sur les artères principales à la base du cerveau (polygone de Willis⁷) et se développeraient à partir de modifications congénitales de la paroi musculaire de l'artère et de modifications dégénératives de la limitante élastique interne. Le décès survient dans 23 % des cas et la moitié des survivants gardent un degré important de handicap.

10.3.13 Si un individu se rétablit d'une hémorragie sous-arachnoïdienne anévrismale et que l'anévrisme est isolé chirurgicalement de la circulation, une certification médicale peut être envisagée. Les séquelles peuvent consister en un déficit neurologique focal, des crises d'épilepsie et un déficit cognitif. En l'absence de telles séquelles et après une période

7 Polygone de Willis : cercle artériel du cerveau. Du nom de Thomas Willis, anatomiste anglais (1621-1675).

d'observation exempte de symptômes, une certification médicale peut être possible. Le succès de l'intervention chirurgicale doit être vérifié par angiographie postopératoire.

10.3.14 Chez certains individus, l'hémorragie sous-arachnoïdienne se produit sans cause démontrable. S'il n'y a pas de récurrence dans l'année, les statistiques révèlent que le risque de récurrence devient ensuite acceptable. Dans une autre affection spécifique, appelée hémorragie sous-arachnoïdienne péri-mésencéphalique ou prépontique, le risque de récurrence est faible.

Incidences opérationnelles

10.3.15 L'hémorragie sous-arachnoïdienne est disqualifiante pour toutes les classes de certification médicale, en raison du risque d'incapacité.

Considérations aéromédicales

10.3.16 Si la source de l'hémorragie a été isolée avec succès de la circulation et que le sujet ne présente pas de déficit significatif, une certification médicale pourrait être envisagée au bout d'un an, période pendant laquelle le risque de complications, notamment de crises d'épilepsie, diminue. L'oblitération partielle d'un anévrisme avec lumière résiduelle peut présenter un risque inacceptable. Pour les hémorragies sous-arachnoïdiennes d'origine inconnue, une période d'observation d'un an se justifie également. La présence d'une malformation vasculaire (angiome caverneux, malformation artério-veineuse) exige une évaluation individualisée. Toute malformation résiduelle, tout dépôt d'hémossidérine et autres facteurs influenceront le risque de récurrence d'hémorragie ou de crise d'épilepsie, de sorte qu'une certification médicale ne sera pas possible.

10.4 TRAUMATISME CRÂNIEN CÉRÉBRAL

10.4.1 Le traumatisme crânien cérébral (TCC) est une cause majeure de handicap neurologique chez les titulaires de licence. La plupart des traumatismes crâniens, dont certains avec fracture linéaire du crâne, ne provoquent pas de traumatisme cérébral. Les critères minimums pour qu'il y ait TCC sont la perte ou l'altération de la conscience, un déficit neurologique focal ou des preuves radiologiques d'un traumatisme cérébral. L'utilisation généralisée des techniques d'imagerie modernes peut mettre en évidence une lésion parenchymateuse (hémorragie localisée) chez des individus ne présentant aucun signe ou symptôme clinique de lésion.

10.4.2 L'évaluateur médical est appelé à intervenir lorsque le titulaire de licence est apparemment rétabli et se présente pour une certification médicale. Il importe de déterminer la nature et la gravité de la lésion dans le cadre de l'évaluation.

10.4.3 Les antécédents et les dossiers médicaux devraient permettre de déterminer la nature de la lésion. Les lésions peuvent être de natures diverses : simple commotion, hémorragie sous-arachnoïdienne d'origine traumatique, hématome intracrânien (épidural, sous-dural, intra-parenchymateux), contusion cérébrale, lésion axonale diffuse (LAD) ou lésion pénétrante avec lacération du tissu cérébral et des tissus conjonctifs de soutien.

10.4.4 La gravité de la lésion peut être évaluée au moyen de protocoles basés sur des mesures normalisées de la gravité, notamment l'échelle de Glasgow⁸ et sur la durée de l'amnésie post-traumatique (APT — laps de temps entre

8 Échelle de Glasgow : système standardisé pour évaluer la réaction à des stimuli chez un patient présentant un handicap neurologique ; des valeurs chiffrées sont attribuées aux réactions dans trois catégories (ouverture des yeux, réponse verbale et réponse motrice) et sont ensuite additionnées. Les valeurs les plus faibles représentent les pires résultats cliniques. Du nom de la ville de Glasgow (Écosse), où cette échelle a été mise au point.

l'événement traumatique et le retour à la conscience). Une APT de 0 à 1 heure indique un TCC léger ; de 1 à 24 heures, un TCC modéré, et de 1 à 7 jours, un TCC sévère ; au-delà de sept jours, le TCC est très sévère.

10.4.5 Un TCC peut produire différents types de séquelles : syndrome post-commotion cérébrale, déficit neurologique focal, altérations cognitives résiduelles et épilepsie post-traumatique (EPT).

Syndrome post-commotion cérébrale

10.4.6 Le syndrome post-commotion cérébrale se caractérise par un ensemble de symptômes non spécifiques : céphalées, insomnie, irritabilité, vertiges non spécifiques, problèmes de concentration, perte de mémoire et autres plaintes. Les résultats de l'examen neurologique et des examens par imagerie sont normaux. Il s'agit d'une affection résolutive, qui disparaît en général en quelques semaines ou quelques mois. Des médicaments symptomatiques sont souvent utilisés, ce qui exclut la certification médicale jusqu'à ce que les problèmes se résolvent.

Déficit neurologique focal

10.4.7 Le rétablissement de déficits focaux tels que l'hémiplégie, l'aphasie et autres déficits se fait surtout dans les six mois suivant le traumatisme, mais la récupération se prolonge, bien que plus lentement, pendant deux à trois ans. Les dossiers médicaux et le fonctionnement neurologique au moment de l'examen d'évaluation fourniront des informations sur le déficit persistant.

Séquelles cognitives résiduelles

10.4.8 Les lobes frontaux du cerveau sont responsables de la personnalité et du comportement, tandis que les lobes temporaux sont le siège des facultés intellectuelles et de la mémoire. La décélération frontale est le mécanisme le plus courant dans les TCC, ce qui rend ces structures plus sujettes à lésion que les structures postérieures, mieux protégées. Dans les cas de TCC modéré à sévère, avec un score de maximum 9 sur l'échelle de Glasgow ou une amnésie post-traumatique dépassant les 24 heures, l'évaluateur médical devrait grandement suspecter des séquelles cognitives résiduelles. Si indiqué, un test neuropsychologique détaillé, effectué par un examinateur qualifié, peut documenter la présence ou l'absence de toute séquelle cognitive résiduelle.

Épilepsie post-traumatique (EPT)

10.4.9 Le risque de crises d'épilepsie après un TCC constitue une préoccupation majeure. En cas de traumatismes pénétrants avec violation de la voûte crânienne, le risque est élevé et peut avoisiner les 40 %. Dans les traumatismes crâniens fermés, plus courants, le risque est nettement plus faible : 5 %. Le risque augmente avec la gravité du traumatisme. Une contusion cérébrale, un hématome parenchymateux, une amnésie post-traumatique de plus d'un jour, une fracture déprimée de la boîte crânienne ou un hématome sous-dural induisent un risque accru. La présence de sang dans le parenchyme est un souci majeur, car on pense que l'EPT est un phénomène « de réaction au fer ».

10.4.10 Après un TCC, une période d'observation est souvent imposée avant une certification médicale, car le risque d'EPT diminue au fil du temps. Environ 50 % des individus ayant une propension à développer une EPT connaissent leur première crise d'épilepsie dans les six mois ; environ 75 %, dans la première année, et quelque 90 %, dans les deux ans. Dans le cas de traumatismes pénétrants, 97 % du risque est atteint dans les trois ans, bien qu'un certain risque accru persiste dix ans après le traumatisme.

Incidences opérationnelles

10.4.11 Un traumatisme crânien cérébral est disqualifiant pour toutes les classes d'attestation médicale d'aptitude.

Considérations aéromédicales

10.4.12 Le syndrome post-commotion cérébrale est normalement résolutif, de sorte qu'une certification médicale peut être envisagée dans les 3 à 6 mois d'observation sans symptômes. En fonction de la gravité, le déficit neurologique focal peut justifier une période d'observation de six mois à deux ans pour parvenir à un rétablissement neurologique maximal. Chez les individus qui présentent des altérations neuropsychologiques résiduelles, indiquant généralement la présence d'une lésion cérébrale traumatique significative, une période d'observation d'un à cinq ans se justifie, en fonction de la gravité de l'altération cognitive. Une évaluation cognitive minutieuse à la recherche d'altérations permanentes devrait dès lors précéder la certification médicale.

10.4.13 L'épilepsie post-traumatique constitue une préoccupation majeure après un traumatisme crânien cérébral. La présence de sang (donc de fer) dans le parenchyme cérébral jouerait un rôle étiologique dans le développement d'une épilepsie post-traumatique. En cas de simple hématome épidual non compliqué, sans épanchement de sang dans le parenchyme, une certification médicale pourrait être envisagée après une période d'observation d'un à deux ans. Un hématome sous-dural est souvent associé à une contusion du cortex sous-jacent, ce qui accroît le risque d'épilepsie post-traumatique. Un risque important est présent pendant les deux premières années suivant le traumatisme, bien qu'il diminue au fil du temps. Une certification médicale peut se justifier après deux ans. Dans le cas d'un hématome intra-parenchymateux, une période d'observation de deux ans s'impose en raison de la présence de sang dans le parenchyme. Le risque de crise d'épilepsie existe aussi dans le cas d'une lésion axonale diffuse, justifiant une période d'observation d'un à deux ans.

10.4.14 Chez certains individus ayant subi un traumatisme sévère, pouvant inclure un hématome intracrânien, un déficit neurologique focal et une altération cognitive, une certification médicale peut pourtant être possible après rétablissement. Dans ces cas, toutefois, une période d'observation pouvant aller jusqu'à cinq ans peut être appropriée.

10.5 NÉOPLASMES

10.5.1 Les néoplasmes intracrâniens ne sont pas rares et des cas peuvent se présenter parmi les titulaires de licence. Les symptômes neurologiques peuvent inclure céphalées et vomissements liés à l'accroissement de la pression intracrânienne, crises d'épilepsie, déficit neurologique focal lié à l'effet de masse ou à l'infiltration, altérations cognitives et lacunes du champ visuel liées à des néoplasmes hypophysaires.

Néoplasmes bénins

10.5.2 Les néoplasmes intracrâniens bénins peuvent affecter la dure-mère, les nerfs crâniens ou le parenchyme cérébral. Les tumeurs extra-parenchymateuses incluent le méningiome, le neurofibrome, le neurinome de l'acoustique (schwannome vestibulaire⁹) et l'adénome hypophysaire. Les tumeurs parenchymateuses bénignes incluent des épendymomes, des papillomes des plexus choroïdes et des kystes colloïdes (considérés comme kystes plutôt que comme néoplasmes). Bien que les craniopharyngiomes soient bénins, ils peuvent envahir les tissus nerveux adjacents et ont une propension à la récurrence.

9 Schwannome : néoplasme se développant à partir des cellules de Schwann (de la gaine de myéline) des neurones. Du nom de Theodor Schwann, anatomiste et physiologiste allemand (1810-1882).

10.5.3 Si une excision complète est réalisable, le titulaire de licence peut être guéri et une certification médicale est donc possible. Parfois, du tissu néoplasique résiduel peut subsister parce qu'une excision complète risquerait d'engendrer un déficit neurologique. Dans ces cas, une certification médicale peut être possible, à condition qu'un suivi satisfaisant soit mis en place avec des séries d'exams par imagerie et la fourniture de rapports sur l'état du sujet.

Incidences opérationnelles

10.5.4 La présence d'un néoplasme intracrânien bénin est disqualifiante pour toutes les classes de certification médicale.

Considérations aéromédicales

10.5.5 L'excision réussie d'un néoplasme intracrânien bénin avec rétablissement sans incident permettra la certification médicale après une année d'observation, imposée principalement en raison du risque de crise d'épilepsie. Les tumeurs de la fosse postérieure, qui ont pour caractéristique de ne pas déclencher de crises d'épilepsie, font exception à cette règle. D'ordinaire, des limitations doivent être imposées, la certification étant subordonnée à une évaluation périodique pour détecter une éventuelle récurrence tumorale.

Néoplasmes malins

10.5.6 Les néoplasmes gliaux malins, dont les astrocytomes et les oligodendrogliomes, se caractérisent par leurs qualités invasives sans frontières distinctes. L'interdigitation des tissus néoplasiques avec les tissus neuronaux normaux empêche toute résection complète, de sorte que l'on pratique généralement une chirurgie dite « de réduction tumorale ». Ces néoplasmes récidivent d'office, mais dans le cas de néoplasmes gliaux à développement lent la récurrence peut ne pas engendrer de douleur pendant de nombreuses années. Il y a un risque d'épilepsie et l'on peut craindre une altération neurologique subtile en fonction de la localisation. Ces caractéristiques excluent d'ordinaire la certification médicale, bien que des cas de guérison soient mentionnés dans la littérature.

Incidences opérationnelles

10.5.7 Les néoplasmes intracrâniens malins sont disqualifiants pour toutes les classes de certification médicale, en raison du risque d'incapacité insidieuse ou soudaine.

Considérations aéromédicales

10.5.8 Les néoplasmes parenchymateux malins peuvent faire l'objet de procédures chirurgicales de réduction tumorale, qui laissent invariablement des cellules néoplasiques, de sorte que la récurrence est la règle. Une exclusion permanente de la certification est donc justifiée. Quelques rares exceptions peuvent être faites après une longue période de rémission asymptomatique et exempte de récurrence (par ex. dix ans).

10.6 PROBLÈMES HÉRÉDITAIRES, DE DÉGÉNÉRESCENCE ET DE DÉMYÉLINISATION

10.6.1 Certains troubles neurologiques ont une évolution bénigne pendant de nombreuses années et ne soulèvent pas de craintes particulières pour la sécurité des vols. D'autres ont un profil temporel progressif lent, de sorte qu'ils se prêtent à des mesures de surveillance pouvant identifier le point où la sécurité des vols est compromise.

Tremblement familial et tremblement essentiel

10.6.2 Le tremblement essentiel est le trouble moteur le plus courant, avec une prévalence de 5 à 6 %. Le tremblement familial est identique, à cette différence près qu'il existe des antécédents familiaux. L'âge moyen de déclenchement avoisine 50 ans. Dans plus de 90 % des cas, le tremblement se manifeste au niveau de la main, chez 33 %, au niveau de la tête, chez 16 %, au niveau de la voix et chez 12 %, au niveau des jambes. Dans le tremblement familial, on observe un schéma dominant autosomique. Le tremblement progresse très lentement sur de nombreuses années. Il peut induire des difficultés à écrire, à produire des mouvements fins, tels que l'utilisation d'un tournevis ou d'une aiguille à coudre, ou à boire de la soupe à la cuillère. Le tremblement est kinétique et postural.

10.6.3 Le tremblement essentiel/familial est généralement une gêne plutôt qu'un handicap fonctionnel significatif. Un traitement au moyen de bêta-bloquants acceptables en médecine aéronautique est souvent très efficace. D'autres agents, tels que la primidone, peuvent avoir un effet sédatif et d'autres effets centraux, excluant leur utilisation chez les titulaires d'une licence.

Incidences opérationnelles

10.6.4 Le tremblement familial/essentiel n'est d'ordinaire pas disqualifiant, sauf en cas d'altération fonctionnelle significative.

Considérations aéromédicales

10.6.5 Chez nombre d'individus, le tremblement est léger et ne nécessite pas de traitement. L'identification du trouble, l'exclusion d'autres pathologies potentiellement graves et la détermination de l'altération fonctionnelle peuvent permettre une certification médicale immédiate. Dans les cas plus sévères présentant un certain degré d'altération fonctionnelle, il peut être justifié d'imposer une période d'observation de trois mois pour pouvoir juger de l'efficacité d'un traitement (par ex. au propranolol) avant une certification médicale.

Maladie de Parkinson

10.6.6 La maladie de Parkinson¹⁰ se caractérise par trois symptômes principaux : tremblements, rigidité et bradykinésie (lenteur des mouvements). La maladie peut progresser lentement sur de nombreuses années chez certains, mais elle connaît une évolution rapide inquiétante chez d'autres. Le tremblement au repos en est une caractéristique classique, qui a donné naissance à l'appellation « paralysie agitante » dans les premiers articles à ce sujet. Une certification médicale peut être envisagée au début de la maladie. Des agents thérapeutiques tels que la carbidopa/lévodopa peuvent être acceptables, mais les agonistes dopaminergiques sont incompatibles avec le milieu aéronautique, en raison de leur potentiel sédatif.

Incidences opérationnelles

10.6.7 Un diagnostic de maladie de Parkinson n'est en soi pas disqualifiant pour n'importe quelle classe de certification médicale.

Considérations aéromédicales

10.6.8 Un diagnostic de maladie de Parkinson devrait mener à une évaluation neurologique complète, à l'exclusion de pathologies connexes et à l'évaluation du besoin d'un traitement. Une certification médicale peut être appropriée dans l'immédiat, dans les cas légers. Il faut aussi envisager l'administration de médicaments. Les médicaments à base de

¹⁰ Maladie de Parkinson : paralysie agitante. Du nom de James Parkinson, médecin anglais (1755-1824).

lévodopa peuvent être autorisés, mais pas les agonistes dopaminergiques, en raison de leurs effets sédatifs potentiels. Si une certification est accordée à la suite d'une évaluation médicale, elle doit être subordonnée à des examens et évaluations révisionnels périodiques. Si la progression de la maladie pose un risque pour la sécurité des vols, l'attestation médicale devrait être révoquée.

Sclérose en plaques

10.6.9 La sclérose en plaques (SEP) est une pathologie auto-immune dans laquelle le système immunitaire attaque le système nerveux central, provoquant l'apparition de plaques de démyélinisation dans le cerveau ou la moelle épinière, avec, à terme, perte axonale et cicatrices gliales (sclérose). La forme courante se caractérise par des rémissions et des poussées (SEP rémittente), mais il existe des formes progressives primaires et secondaires. L'âge de déclenchement de la maladie se situe entre 20 et 40 ans, avec une légère prédominance chez les femmes. Les symptômes sont multiples et peuvent inclure des perturbations sensorielles localisées, des anomalies de la démarche, un déficit moteur focal tel qu'une hémiparésie ou une paraparésie, une névrite optique, des troubles de l'élocution et des troubles des sphincters.

10.6.10 Les poussées aiguës sont généralement traitées aux corticostéroïdes, tandis que le traitement immuno-modulateur est couramment employé pour réduire la fréquence et la gravité des poussées. Les agents thérapeutiques comprennent les interférons et l'acétate de glatiramère. Les agents chimiothérapeutiques sont employés dans les cas graves.

10.6.11 Une certification médicale peut être envisagée pour les titulaires de licence atteints de SEP, normalement sous réserve qu'ils soient stables et que le degré et la nature de leur déficit soient acceptables. Des symptômes tels que vertiges et diplopie compromettraient manifestement la sécurité des vols, tandis qu'une paresthésie mineure dans une extrémité peut être sans conséquence.

Incidences opérationnelles

10.6.12 Un diagnostic de sclérose en plaques est disqualifiant pour toutes les classes de certification médicale.

Considérations aéromédicales

10.6.13 Chez certains individus atteints de sclérose en plaques, la maladie progresse rapidement, tandis que d'autres ont des lésions dans des zones qui provoquent une grave altération fonctionnelle (par ex. des lésions du tronc cérébral avec diplopie et vertiges). D'autres encore connaissent une évolution bénigne avec peu, voire pas de déficit. Un traitement immuno-modulateur (acétate de glatiramère, interféron bêta-1a et bêta 1b) n'exclut pas la certification. Une fois que le sujet a récupéré d'une poussée et que la stabilité de son état, sous observation, a été documentée, une certification médicale peut être appropriée. Une période d'observation de trois mois peut être suffisante pour des occurrences mineures, mais il pourrait être plus approprié d'imposer six à douze mois en cas de symptômes plus significatifs.

Considérations opérationnelles

10.6.14 Les considérations opérationnelles sont importantes pour la certification médicale des candidats présentant des troubles neurologiques. Les vols monopilotes avec la perspective d'un déploiement immédiat peuvent être incompatibles avec certaines affections telles que la migraine et la sclérose en plaques, alors que la certification médicale peut être compatible avec des fonctions de pilote de ligne. Les opérations en équipage multiple offrent souvent une atténuation supplémentaire du risque, permettant des décisions aéromédicales favorables. Il en va de même pour les fonctions de contrôle de la circulation aérienne, où des postes où un contrôleur travaille seul pourront être évités. De plus, les circonstances peuvent permettre une affectation à des fonctions de contrôle de la circulation aérienne non sensibles en termes de sécurité pendant une période d'observation pouvant aboutir à une décision médicale favorable. Ainsi, les considérations opérationnelles peuvent autoriser une certaine latitude dans le processus de certification médicale.

10.7 CONCLUSION

Pour les décisions aéromédicales concernant des titulaires de licence qui présentent des troubles neurologiques, l'évaluateur médical doit s'appuyer sur les outils éprouvés que sont les antécédents, l'examen médical, la lecture des dossiers et les résultats de laboratoire. En combinant ces éléments à son expérience et à l'évaluation d'un neurologue, il peut parvenir à la décision aéromédicale appropriée.

LECTURES RECOMMANDÉES

Céphalées

Raskin, N.H., *Paroxysmal disorders : migraine and other headaches*. In : Rowland L.P., (ed.) *Merritt's textbook of neurology*, 9th ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1995, p. 838.

Amnésie globale transitoire

Hodges, J.R., *Transient amnesia, clinical and neuropsychological aspects*. London, W.B. Saunders, 1991.

Syncope

Olshansky B., "Syncope : overview and approach to management," in : Grubb, B.P. and B. Olshansky, (eds.) *Syncope : mechanisms and management*, New York, Futura Publishing, 1998, p. 33.

Maladie cérébrovasculaire

Sacco, R.L., et al., "Guidelines for prevention of stroke in patients with ischemic stroke or transient ischemic attack : a statement for health care professionals from the American Heart Association/American Stroke Association Council on stroke," *Stroke*, 2006, Vol. 37, pp. 577–617.

Chobanian, A.V., et al., "Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure : the JNC-7 report," *Journal of the American Medical Association*, 21 May 2003 ; Vol. 289, No. 19, pp. 2 560–72.

Musolino, R., et al., "Ischemic stroke in young people : a prospective and long-term follow up study," *Cerebrovascular Diseases*, 2003, Vol. 15 (1–2), pp.121-28.

Hardie, K., et al., "Ten-year risk of first recurrent stroke and disability after the first-ever stroke in the Perth Community Stroke Study," *Stroke : Journal of the American Heart Association*, 2004, Vol. 35, pp. 731–35.

Varona, J.F., et al., "Long-term prognosis of ischemic stroke in young adults. Study of 272 cases," *Journal of Neurology*, December 2004, Vol. 251, No. 12, pp. 1 507–14.

Épilepsie

Aronson, A.E., et al., "Chapter 15 : Electroencephalography," in *Mayo clinic examinations in neurology*, 5th ed. Philadelphia : W.B. Saunders, 1981, p. 287.

Hauser, W.A., et al., "Seizure recurrence after a first unprovoked seizure : an extended follow up," *Neurology*, August 1990, Vol. 40, No. 8, pp. 1 163-70.

Traumatisme crânien cérébral

Annegers, J.F., et al., "A population-based study of seizures after traumatic brain injuries," *New England Journal of Medicine*, 1998, Vol. 338, No. 1, pp. 20-24.

Néoplasmes intracrâniens

Chou, S.N., et al., "Neurological and neurosurgical conditions associated with aviation safety : Intracranial tumors — Panel 2," *Archives of Neurology*, November 1979, Vol. 36, No. 12, pp. 739-49.

Références générales

Aminoff, M.J., (ed.), *Neurology and general medicine*, 24th ed. Philadelphia, Churchill Livingstone, 2008.

Rowland L.P., (ed.) *Merritt's textbook of neurology*, 9th ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1995.

Mayo clinic examinations in neurology, 7th ed., Mayo Clinic, 1998.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 11. OPHTALMOLOGIE	III-11-1
11.1 Introduction	III-11-1
11.2 Technique d'examen	III-11-6
11.3 Évaluation de l'acuité visuelle.....	III-11-7
11.4 Aides visuelles	III-11-27
11.5 Champs visuels	III-11-37
11.6 Vision monoculaire	III-11-42
11.7 Équilibre des muscles oculaires	III-11-43
11.8 Vision des couleurs.....	III-11-51
11.9 Évaluation des pathologies de l'œil.....	III-11-58
11.10 Glaucome	III-11-59
11.11 Conclusion	III-11-62
 Supplément. Évaluation de défauts significatifs de la vision binoculaire.....	 III-11-63

Chapitre 11

OPHTALMOLOGIE

11.1 INTRODUCTION

11.1.1 Le présent chapitre est consacré aux principes de l'examen ophtalmologique et à l'évaluation des fonctions visuelles en rapport avec des tâches aéronautiques. L'examineur médical devra bien connaître les exigences de capacité visuelle imposées pour assurer la sécurité des vols et pour d'autres fonctions aéronautiques, telles que le contrôle de la circulation aérienne. L'examen oculaire clinique ordinaire sera décrit, ainsi que la nécessité de procéder, dans certains cas, à un examen spécial. Les éléments indicatifs de ce chapitre n'ont pas de valeur normative. Ils visent essentiellement à faciliter l'application des dispositions médicales de l'Annexe 1. Ils expliquent les méthodes à employer pour procéder à une évaluation globale de la fonction visuelle des candidats lors de l'examen initial et des examens de contrôle périodiques. L'objectif est de parvenir à une uniformisation internationale des procédés et d'obtenir des résultats comparables dans l'évaluation des cas normaux, ou des cas présentant des signes patents ou suspects de perturbation de la fonction visuelle ou d'une maladie de l'œil.

11.1.2 Certaines exigences ophtalmologiques s'appliquent à toutes les classes d'évaluation médicale :

6.2.3 Conditions de test d'acuité visuelle

6.2.3.1 Les méthodes utilisées pour mesurer l'acuité visuelle risquent d'aboutir à des évaluations différentes. Pour obtenir l'uniformité, chaque État s'assurera donc qu'il y a équivalence entre les méthodes d'évaluation.

6.2.3.2 **Recommandation.**— *Il est recommandé :*

- a) *d'effectuer les tests d'acuité visuelle avec un niveau d'éclairage ambiant correspondant à l'éclairage ordinaire de bureaux (30-60 cd/m²) ;*
- b) *de mesurer l'acuité visuelle au moyen d'une série d'anneaux de Landolt ou d'optotypes similaires, éloignés du candidat d'une distance appropriée à la méthode adoptée.*

6.2.4 Conditions de perception des couleurs

6.2.4.1 Les États contractants emploieront les méthodes d'examen propres à garantir une vérification fiable de la perception des couleurs.

6.2.4.2 Le candidat devra prouver qu'il est capable d'identifier aisément les couleurs dont la perception est nécessaire pour qu'il puisse accomplir ses fonctions avec sécurité.

6.2.4.3 Le candidat subira une épreuve permettant de déterminer s'il est capable d'identifier correctement une série de tables pseudo-isochromatiques éclairées à la lumière du jour ou à une lumière artificielle de même température de couleur que celle fournie par la source étalon C ou D₆₅ définie par la Commission internationale de l'éclairage (CIE).

6.2.4.4 Tout candidat qui obtient un résultat satisfaisant selon les conditions prescrites par le service de délivrance des licences sera déclaré apte. Le candidat qui n'obtient pas un résultat satisfaisant à cette épreuve sera déclaré inapte à moins qu'il puisse sans difficulté distinguer les couleurs utilisées dans la navigation aérienne et identifier correctement les feux de couleur utilisés en aviation. Les candidats qui ne répondent pas à ces critères seront déclarés inaptes, sauf pour l'attestation médicale de classe 2 avec la restriction suivante : valable uniquement le jour.

Note.— *Le Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984) contient des indications sur les méthodes appropriées d'évaluation de la vision des couleurs.*

6.2.4.4.1 **Recommandation.**— *Il est recommandé que les lunettes de soleil portées pendant l'exercice des privilèges de la licence ou des qualifications soient non polarisantes et de teinte grise neutre.*

11.1.3 Certaines exigences ophtalmologiques sont spécifiques à des classes précises. Voici celles qui s'appliquent à la classe 1 :

6.3.3 Conditions de vision

Les conditions ci-après serviront de base à l'examen médical.

6.3.3.1 Le fonctionnement des yeux et de leurs annexes sera normal. Le candidat ne présentera pas d'état pathologique actif, aigu ou chronique, ni aucune séquelle d'opération ou de traumatisme des yeux ou de leurs annexes de nature à réduire le bon fonctionnement visuel au point d'empêcher le candidat d'exercer avec sécurité les privilèges de sa licence et de ses qualifications.

6.3.3.2 L'acuité visuelle à distance avec ou sans correction sera égale au moins à 6/9 pour chaque œil pris séparément et l'acuité visuelle binoculaire sera égale au moins à 6/6. Il n'est pas fixé de limite pour l'acuité visuelle non corrigée. Si cette acuité visuelle n'est obtenue qu'au moyen de lentilles correctrices, le candidat pourra être déclaré apte à condition :

- a) de porter ces lentilles correctrices pendant l'exercice des privilèges de la licence ou de la qualification sollicitée ou détenue ; et
- b) de plus, d'avoir à sa portée une paire de lunettes correctrices appropriées pendant l'exercice des privilèges de la licence.

Note 1. — Le § 6.3.3.2, alinéa b), fait l'objet de normes dans l'Annexe 6, Partie I¹].

Note 2. — Le candidat qui est déclaré apte du fait qu'il répond à ces conditions est considéré comme continuant d'y répondre, à moins qu'il n'y ait une raison d'en douter, auquel cas un rapport ophtalmologique est exigé à la discrétion du service de délivrance des licences. L'acuité visuelle tant corrigée que non corrigée est normalement mesurée et notée à chaque examen révisionnel. Les conditions qui révèlent la nécessité d'obtenir un rapport ophtalmologique sont : une importante diminution de l'acuité visuelle non corrigée, toute baisse de la meilleure acuité visuelle corrigée ainsi que toute maladie, blessure ou opération chirurgicale touchant les yeux.

6.3.3.2.1 Les candidats pourront utiliser des lentilles de contact pour répondre à cette condition, pourvu que :

- a) les lentilles soient monofocales et non teintées ;
- b) les lentilles soient bien tolérées ;
- c) une paire de lunettes correctrices appropriées soit à leur portée pendant l'exercice des privilèges de la licence.

Note.— Les candidats qui utilisent des lentilles de contact ne devront pas nécessairement faire mesurer leur acuité visuelle non corrigée à chaque examen révisionnel, pourvu que l'historique de leur prescription de lentilles de contact soit connu.

6.3.3.2.2 Les candidats qui présentent une erreur de réfraction importante utiliseront des lentilles de contact ou des lentilles de lunettes à indice élevé.

Note.— Si des lunettes sont utilisées, des lentilles à indice élevé sont nécessaires pour réduire au minimum la distorsion de champ périphérique.

¹ Dans la Partie I de l'Annexe 6 (Aviation de transport commercial international — Avions), il est stipulé ce qui suit :

9.5 Équipement de l'équipage de conduite

Un membre d'équipage de conduite titulaire d'une licence dont il ne peut exercer les privilèges qu'à condition de porter des verres correcteurs aura à sa portée des verres correcteurs de rechange lorsqu'il exercera les privilèges de sa licence.

6.3.3.2.3 Les candidats dont l'acuité visuelle à distance sans correction est inférieure à 6/60 pour l'un des yeux seront tenus de fournir un rapport ophtalmologique complet avant l'attestation médicale initiale et tous les cinq ans par la suite.

Note 1.— L'objectif de l'examen ophtalmologique obligatoire est 1) de déterminer la performance visuelle normale, et 2) de déterminer toute pathologie importante.

Note 2.— Le Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984) contient des indications sur la délivrance de l'attestation à des candidats monoculaires en vertu des dispositions du § 1.2.4.9.

6.3.3.3 Les candidats qui ont subi une opération touchant l'état de réfraction de l'œil seront déclarés inaptes à moins qu'ils ne soient exempts des séquelles qui sont susceptibles de les empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de leur licence et de leurs qualifications.

6.3.3.4 Le candidat sera capable de lire, en portant les lentilles correctrices requises le cas échéant selon les dispositions du § 6.3.3.2, le Tableau N5 ou son équivalent à une distance choisie par lui entre 30 et 50 cm et de lire le Tableau N14 ou son équivalent à une distance de 100 cm. Si cette condition n'est satisfaite qu'au moyen d'une correction de vision rapprochée, le candidat pourra être déclaré apte à condition que celle-ci soit ajoutée à toute correction par lunettes déjà prescrite selon les dispositions du § 6.3.3.2 ; en l'absence d'une telle prescription, il aura à sa portée une paire de lunettes de vision rapprochée pendant l'exercice des privilèges de la licence. Si une correction de vision rapprochée est nécessaire, le candidat démontrera qu'une seule paire de lunettes suffit à répondre aux conditions de vision à distance et aux conditions de vision rapprochée.

Note 1. — Les désignations N5 et N14 correspondent à la taille des caractères utilisés. Pour plus de précisions, voir le Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984).

Note 2. — Un candidat qui a besoin d'une correction de vision rapprochée pour remplir cette condition devra utiliser des lunettes demi-lune, des lentilles bifocales ou peut-être des lentilles à foyer progressif, afin de pouvoir lire les instruments et une carte ou un manuel tenus à la main et passer à la vision à distance, à travers le pare-brise, sans enlever ses lunettes. Les lentilles correctrices unifocales pour vision rapprochée (lentilles entières d'une seule puissance, appropriée à la lecture) réduisent sensiblement l'acuité visuelle à distance et ne sont donc pas acceptables.

Note 3. — Lorsque le candidat a besoin de se procurer ou de renouveler des lentilles correctrices, il est censé indiquer au spécialiste les distances de lecture propres aux tâches visuelles dans le poste de pilotage correspondant aux types d'aéronefs qu'il peut être appelé à utiliser.

6.3.3.4.1 Lorsqu'une correction de vision rapprochée est nécessaire en vertu du présent paragraphe, une seconde paire de lunettes correctrices pour vision rapprochée sera gardée à portée de main pour utilisation immédiate.

6.3.3.5 Le candidat devra présenter un champ visuel normal.

6.3.3.6 Le candidat devra avoir un fonctionnement binoculaire normal.

6.3.3.6.1 Une stéréopsie réduite, une convergence anormale ne compromettant pas la vision rapprochée ou un défaut d'alignement oculaire lorsque les réserves fusionnelles sont suffisantes pour éviter l'asthénopie ou la diplopie ne sont pas forcément disqualifiants.

Les exigences pour la classe 2 présentent les différences suivantes par rapport à celles de la classe 1 :

6.4.3.2. L'acuité visuelle à distance avec ou sans correction sera égale au moins à 6/12 pour chaque œil pris séparément, et l'acuité visuelle binoculaire sera égale au moins à 6/9.

Les acuités équivalentes pour la classe 1 sont de 6/9 et 6/6 respectivement.

6.4.3.2.3 **Recommandation.**— *Il est recommandé que les candidats dont l'acuité visuelle à distance sans correction est inférieure à 6/60 pour l'un des yeux soient tenus de fournir un rapport ophtalmologique complet avant l'attestation médicale initiale et tous les cinq ans par la suite.*

Le paragraphe équivalent pour la classe 1 (6.3.3.2.3) est une norme, pas une recommandation.

6.4.3.4 Le candidat sera capable de lire, en portant les lentilles correctrices requises le cas échéant selon les dispositions du § 6.4.3.2, le Tableau N5 ou son équivalent à une distance choisie par lui entre 30 et 50 cm. Si cette condition n'est satisfaite qu'au moyen d'une correction de vision rapprochée, le candidat pourra être déclaré apte à condition que celle-ci soit ajoutée à toute correction par lunettes déjà prescrite selon les dispositions du § 6.4.3.2 ; en l'absence d'une telle prescription, il aura à sa portée une paire de lunettes de vision rapprochée pendant l'exercice des privilèges de la licence. Si une correction de vision rapprochée est nécessaire, le candidat démontrera qu'une seule paire de lunettes suffit à répondre aux conditions de vision à distance et aux conditions de vision rapprochée.

Le paragraphe équivalent pour la classe 1 (6.3.3.4) comporte, en plus de l'exigence pour la vision rapprochée (30-50 cm), une exigence relative à la vision intermédiaire (100 cm), non mentionnée dans le paragraphe 6.4.3.4.

Les exigences pour la classe 3 diffèrent de celles qui concernent la classe 1 uniquement aux notes 2 et 3 jointes au paragraphe 6.5.3.4 :

6.5.3.4 Le candidat sera capable de lire, en portant les lentilles correctrices requises le cas échéant selon les dispositions du § 6.5.3.2, le Tableau N5 ou son équivalent à une distance choisie par lui entre 30 et 50 cm et de lire le Tableau N14 ou son équivalent à une distance de 100 cm. Si cette condition n'est satisfaite qu'au moyen d'une correction de vision rapprochée, le candidat pourra être déclaré apte à condition que celle-ci soit ajoutée à toute correction par lunettes déjà prescrite selon les dispositions du § 6.5.3.2 ; en l'absence d'une telle prescription, il aura à sa portée une paire de lunettes de vision rapprochée pendant l'exercice des privilèges de la licence. Si une correction de vision rapprochée est nécessaire, le candidat démontrera qu'une seule paire de lunettes suffit à répondre aux conditions de vision à distance et aux conditions de vision rapprochée.

Note 1.— Les désignations N5 et N14 correspondent à la taille des caractères utilisés. Pour plus de précisions, voir le Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984).

Note 2.— Un candidat qui a besoin d'une correction de vision rapprochée pour remplir cette condition devra utiliser des lunettes demi-lune, des lentilles bifocales ou peut-être des lentilles à foyer progressif, afin de pouvoir lire les écrans radar, les affichages visuels et les textes écrits ou imprimés et passer à la vision à distance, à travers les vitres, sans enlever ses lunettes. Des lentilles correctrices unifocales pour vision rapprochée (lentilles entières d'une seule puissance, appropriée à la lecture) peuvent être admissibles pour certaines fonctions de contrôle de la circulation aérienne. Il convient toutefois de reconnaître que les lentilles correctrices unifocales pour vision rapprochée réduisent sensiblement l'acuité visuelle à distance.

Note 3.— Lorsque le candidat a besoin de se procurer ou de renouveler des lentilles correctrices, il est censé indiquer au spécialiste les distances de lecture propres aux fonctions de contrôle de la circulation aérienne qu'il est susceptible d'accomplir.

11.1.2 L'efficacité du système visuel de chaque individu est de la plus haute importance pour que l'équipage et le personnel du contrôle aérien puissent accomplir leurs tâches d'une manière sûre et efficace. Il convient de garder à l'esprit que, dans l'environnement du vol, les facteurs suivants peuvent considérablement réduire l'efficacité visuelle :

- a) la vitesse élevée ;
- b) l'altitude ;
- c) l'éclairage insuffisant du poste de pilotage ;
- d) l'éblouissement ;
- e) l'accélération ;
- f) les vibrations ;
- g) les mauvaises conditions ergonomiques ;
- h) la détérioration de l'environnement de la cabine.

11.1.3 Vu la grande vitesse des avions modernes, non seulement en vol mais aussi au décollage et à l'atterrissage, l'importance d'une bonne acuité visuelle, aussi bien statique que dynamique, et d'un temps de réaction rapide ne peut être sous-estimée. La perception visuelle est en général le premier maillon de la chaîne des réflexes qui commandent l'activité motrice pour éviter un abordage en vol.

11.1.4 L'altitude du vol affecte qualitativement et quantitativement le rayonnement électromagnétique auquel les équipages de conduite sont exposés. Lorsque le vol s'effectue au-dessus des nuages, la lumière du soleil est réfléchi vers le haut. Cette inversion de la distribution de la lumière fait passer le tableau de bord dans l'ombre, alors qu'à l'extérieur la lumière est très brillante. Le système visuel humain est conçu pour fonctionner au mieux avec une luminosité venant d'en haut ; dans certains aéronefs à verrière bulle, voler au-dessus de nuages très éclairés peut être très inconfortable. Plus on monte en altitude, plus le ciel s'assombrit et plus le contraste entre les objets et le fond du ciel augmente.

11.1.5 Dans la plupart des aéronefs de transport commercial, la pression de la cabine est contrôlée mais le léger degré d'hypoxie ressenti même dans un aéronef pressurisé peut entraver l'adaptation à l'obscurité, réduire le champ visuel et l'acuité visuelle et provoquer une légère hausse de la tension intraoculaire.

11.1.6 Au cours d'un vol prolongé, le faible taux d'humidité de l'air dans la cabine peut provoquer une sécheresse et une irritation des membranes muqueuses, surtout des yeux et du nasopharynx.

11.1.7 La myopie spatiale, myopie dans un espace vide ou myopie nocturne, peut survenir en haute altitude ou à une quelconque altitude quand il fait nuit, en raison de l'absence d'objets à fixer en dehors du poste de pilotage. Dans des conditions de faible contraste, une myopie fonctionnelle pouvant atteindre plusieurs dioptries peut survenir et brouiller la vue et faire perdre la sensibilité au contraste. Des études ont montré que ce type de myopie est relativement courant.

11.1.8 Un mauvais éclairage du poste de pilotage peut créer des problèmes visuels. Un faible niveau d'éclairage cause une réduction de l'acuité visuelle et aggrave les symptômes de presbytie, ce qui rend difficile la lecture de petits caractères. Les cartes en couleur peuvent être difficiles à voir. Ces problèmes peuvent être accentués par les lumières rouges en raison de l'aberration chromatique de l'œil humain. En aviation commerciale, comme la plupart des informations sont fournies en vol par des instruments, le faible gain du seuil d'adaptation à l'obscurité obtenu par l'utilisation d'un éclairage rouge ou d'un faible éclairage blanc est généralement considéré comme annulé par la perte de rendement visuel d'ensemble qui en résulte. De plus, l'éclairage des pistes des aéroports internationaux de par le monde a maintenant atteint des niveaux bien supérieurs au seuil absolu de perception de la lumière. Dans l'aviation générale, par contre, de nombreuses situations peuvent encore rendre nécessaire un certain degré d'adaptation à l'obscurité.

11.1.9 L'effet de grandes forces d'accélération est moins important dans l'aviation civile ordinaire que dans l'aviation militaire et les vols acrobatiques ou agricoles. Les forces G de haute intensité peuvent être à l'origine de l'apparition d'un voile gris, noir ou rouge, selon la direction de la force d'accélération.

11.1.10 La vibration des instruments du poste de pilotage et de la documentation de vol imprimée, spécialement dans la plage de fréquences de 22-64 Hz, peut causer d'importantes distorsions visuelles, principalement dans les hélicoptères. Les vibrations de basse fréquence, dans la plage 2-10 Hz, rencontrées au cours de turbulences atmosphériques ou sur des pistes raboteuses, ont aussi un effet néfaste sur le rendement visuel.

11.1.11 L'application de principes ergonomiques et la prise en considération des facteurs humains ont beaucoup amélioré la conception du poste de pilotage et facilité le flux d'informations à destination des équipages de conduite. De nombreux nouveaux aéronefs comportent des tableaux de bord mieux conçus et une localisation mieux pensée des commandes, mais il reste encore des aspects à améliorer. Une bonne fonction visuelle et une perception adéquate des couleurs sont nécessaires pour faire bon usage du large éventail de cartes, cadrans et jauges présents dans les postes de pilotage modernes. Le système d'instruments de vol électroniques (EFIS), en particulier, utilise de nombreuses couleurs différentes. Bien que ces systèmes soient conçus pour fournir des informations cruciales en monochromie en cas de

défaillance de l'affichage des couleurs, il a été prouvé que l'ajout de couleurs facilite le processus de perception et améliore la compréhension des figures géométriques. Les couleurs vont sûrement gagner en importance dans l'environnement du poste de pilotage virtuel du futur. La complexification croissante des aéronefs fait persister une tendance à la surcharge d'informations, de sorte qu'une discrimination des couleurs dans toutes les parties du spectre est souhaitable. Les anciennes méthodes de test de perception des couleurs, qui ciblaient principalement le daltonisme rouge-vert héréditaire chez les hommes, ne suffiront pas parce qu'elles ne détectent pas les dyschromatopsies bleu-jaune, des déficiences acquises de perception des couleurs pouvant toucher aussi bien les hommes que les femmes.

11.2 TECHNIQUE D'EXAMEN

11.2.1 Une anamnèse soigneuse de tous problèmes oculaires est très importante pour évaluer un candidat. Il est indispensable de faire examiner par un ophtalmologiste tout candidat qui mentionne des blessures aux yeux, une opération des yeux, l'usage de gouttes ou d'un onguent, une photophobie ou le port constant de verres teintés, une irritation ou des démangeaisons des yeux, le port habituel ou antérieur de lunettes ou de lentilles de contact, une fatigue des yeux ou des céphalées occasionnées par un travail rapproché ou une désorientation au moment du crépuscule. Des antécédents familiaux de rétinite pigmentaire, d'autres dégénérescences choroïdo-rétiniennes, de pathologie du nerf optique, de dystrophie cornéenne ou de glaucome doivent être notés. Il peut aussi être important de noter des cas familiaux de cataracte précoce, de strabisme et de décollement de rétine. Il conviendra d'interroger le candidat sur tout symptôme visuel, y compris une vision trouble de loin ou de près, une sensibilité excessive à la lumière, une douleur, une irritation ou des démangeaisons oculaires, un écoulement muqueux, un larmolement excessif, une diplopie, une fatigue visuelle et toute difficulté provoquée par le port de lunettes ou de lentilles de contact.

11.2.2 Outre l'examen de la fonction visuelle, dont on parlera plus tard en détail, il conviendra de procéder à un examen clinique des yeux et de leurs annexes, avec examen des pupilles, des mouvements oculaires, de l'alignement oculaire, du fond d'œil et évaluation du champ visuel et de la vision des couleurs. On devra accorder toute l'attention voulue à toute asymétrie faciale significative et à toute position anormale des paupières ou des cils, en particulier si cette position est provoquée par l'inversion ou l'éversion des bords libres des paupières. On devra noter toute exophtalmie ou énoptalmie. On devra vérifier l'intégrité du système lacrymal, surtout s'il y a eu des fractures nasales ou autres fractures de la face. Des cicatrices sur la cornée peuvent être la conséquence d'un traumatisme, d'une dystrophie cornéenne ou d'une kératite, souvent d'origine herpétique ou occasionnée par un trachome, ou de nombreuses autres maladies inflammatoires. La congestion du pourtour de la cornée, une vision trouble, une sensibilité à la lumière, un larmolement, une pupille contractée ou une inégalité des pupilles constituent des symptômes d'uvéite antérieure aiguë et nécessitent un renvoi urgent chez un ophtalmologiste.

11.2.3 Les pupilles doivent être évaluées en termes de taille, de forme, de symétrie et de réaction à un stimulus lumineux direct et consensuel et à un stimulus « proche ». Le test d'alternance lumineuse² doit être effectué pour détecter un déficit pupillaire afférent.

11.2.4 Des tests d'excursion oculaire devraient être pratiqués pour détecter toute altération de la fonction des muscles extra-oculaires associée aux nerfs crâniens III, IV ou VI. L'évaluation de l'alignement oculaire, des champs visuels et de la vision des couleurs sera abordée plus tard.

11.2.5 Un examen du fond d'œil doit être réalisé de façon systématique en ciblant la papille, les principaux vaisseaux sanguins et la macula. Certains examinateurs pratiquent aisément la tonométrie, généralement avec un instrument par

2 Test d'alternance lumineuse : Éclairer un œil après l'autre permet de détecter si une pupille est moins sensible à la lumière que l'autre. Dirigez la lumière vers un œil en notant la taille des deux pupilles. Dirigez ensuite la lumière vers l'autre œil. Si les deux pupilles se dilatent, alors cet œil a perçu moins de stimulus lumineux que l'autre, ce qui indique la présence d'un déficit de la voie sensorielle ou afférente.

indentation tel que le tonomètre de Schiøtz³, mais s'il y a le moindre doute concernant la pression intra-oculaire le candidat doit être envoyé chez un ophtalmologiste.

11.3 ÉVALUATION DE L'ACUITÉ VISUELLE

Acuité visuelle à distance

11.3.1 Bien que l'évaluation de l'acuité visuelle fasse partie des procédures de routine en médecine générale et constitue le moyen le plus fondamental de mesurer la fonction visuelle, il n'existe toujours pas de procédure d'examen normalisée à l'échelon international. Les tests généralement acceptés se basent sur l'angle visuel minimum. Ces tests mesurent la capacité de distinguer deux objets comme distincts. Les premières observations de l'acuité visuelle ont été faites il y a environ 2 000 ans par des astronomes perses, qui ont constaté que des personnes normales pouvaient distinguer plus de 700 étoiles dans le ciel par temps clair. Les mesures classiques ont été faites par le physicien anglais Robert Hooke (1635-1703), qui a constaté que les personnes ayant une vision « normale » pouvaient distinguer les étoiles doubles Alcor et Mizar dans la constellation de la Grande Ourse. Il a établi, à l'œil, que la distance entre ces deux étoiles était d'environ une minute d'arc. Cette unité, la minute d'arc, est l'unité d'acuité visuelle : elle correspond à une distance rétinienne de 4 microns (micromètres, μm). Une acuité visuelle de 1 désigne un pouvoir séparateur d'une minute d'arc à l'œil. Elle est souvent exprimée comme étant de 6/6 ; une acuité de 50 % comme 6/12, etc. Cette définition de l'acuité visuelle constitue la base des optotypes les plus utilisés aujourd'hui. Le premier tableau d'optotypes de test a été publié par l'ophtalmologiste néerlandais Herman Snellen en 1862.

11.3.2 Les tests utilisent généralement des distances de 5 ou 6 m (6 ou 20 ft) car cette distance constitue l'infini pour l'œil normal et que quasi aucune adaptation n'est requise pour voir clairement à cette distance. L'optotype est conçu de telle sorte que les écarts entre les composantes des lettres sous-tendent un angle d'une minute d'arc à la distance prescrite. L'acuité visuelle « normale » est définie comme étant de 6/6 (ou 20/20 ou 1,0). Le numérateur indique la distance de test et le dénominateur, la distance à laquelle l'œil « normal » pourrait juste voir la lettre de cette taille particulière. Par convention, une gamme de lettres différentes de l'alphabet est utilisée dans les tableaux ou les projections de test. Cela pose des problèmes parce que certaines lettres sont plus difficiles à lire que d'autres (p. ex. B est plus difficile à identifier que L) et la reconnaissance des lettres est un processus perceptif qui peut varier d'un individu à l'autre. L'utilisation de symboles tels que les anneaux de Landolt ou une série de lettres « E » orientées dans des directions différentes présente l'avantage de soumettre des symboles de difficulté uniforme n'exigeant pas la connaissance du nom des lettres. Voir la Figure III-11-1.

11.3.3 Dans des conditions optimales, nombre de personnes normales ont une acuité visuelle supérieure à 6/6 ; des mesures de 6/3 et 6/5 sont courantes. Néanmoins, 6/6 est largement accepté comme un niveau satisfaisant pour assurer la plupart des tâches visuelles. Outre le pouvoir séparateur de l'œil, d'autres facteurs affectent l'acuité visuelle, notamment le contraste physique entre les optotypes et l'arrière-plan, l'état d'adaptation de la rétine à la lumière, le temps d'exposition au type de test, la taille de la pupille, la clarté des milieux oculaires et l'état du sensorium.

11.3.4 À de faibles niveaux d'éclairement, l'acuité visuelle est mauvaise. Plus l'éclairement augmente, plus l'acuité visuelle s'améliore jusqu'à un certain niveau au-delà duquel il n'y a pas de gain supplémentaire. La Figure III-11-2 illustre la relation entre l'acuité visuelle et la luminance de fond. On entend par luminance de fond le fond blanc du tableau de test sur lequel apparaissent les optotypes, pas la luminance des murs de la salle d'examen. L'acuité visuelle s'améliore nettement lorsque la luminance de fond augmente, parce que cela renforce le contraste entre les optotypes noirs et le fond blanc. Au-dessus d'une luminance de fond de 80 cd/m^2 , l'amélioration visuelle est minime ; ce niveau est le minimum recommandé pour les tableaux de test d'acuité visuelle.

3 Du nom de Hjalmar Schiøtz, médecin norvégien (1850-1927).

ANNEAUX DE LANDOLT

AUTRES OPTOTYPES

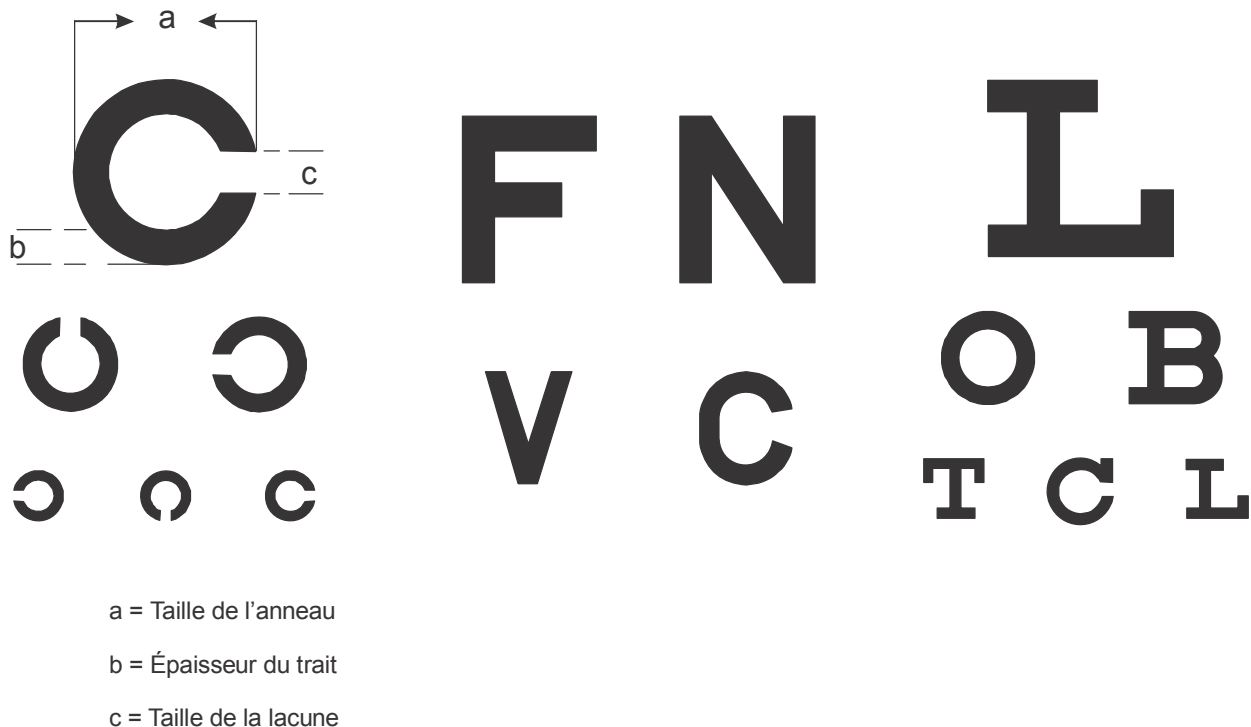


Figure III-11-1. Optotypes couramment utilisés

Unités photométriques

11.3.5 Pour comprendre la visibilité des objets, il est utile d'avoir une certaine connaissance des unités photométriques. Le terme radiométrie s'applique aux mesures de la totalité du spectre d'énergie de rayonnement. La photométrie s'applique aux mesures de la partie visible du spectre électromagnétique (380 à 750 nm).

11.3.6 Avant de décrire les unités photométriques courantes, il convient de rappeler que le terme *brillance* désigne l'impression subjective d'une série de sensations allant de très faible à brillant. Ce sont les cônes et les bâtonnets de la rétine qui permettent cette perception. Il s'agit d'une sensation complexe, non linéaire, qui dépend de l'adaptation de la rétine à l'obscurité ou à la lumière. La brillance ne se mesure pas en unités physiques et n'est pas synonyme de luminance.

11.3.7 Voici les principales unités physiques relatives à la lumière.

Flux lumineux

11.3.7.1 C'est la puissance rayonnée ou le flux énergétique par unité de temps. L'unité est le *lumen (lm)*, qui se définit comme le flux émis dans un angle solide unitaire par une source isotrope idéalisée dont l'intensité lumineuse est de 1 *candela*. En physique, la puissance se mesure en *watts* et il existe une corrélation entre les *lumens* et les *watts*. L'œil humain a une sensibilité maximale à la lumière de 555 nm et 1 *watt* de puissance à cette longueur d'onde (et uniquement à cette longueur d'onde spécifique) équivaut à un flux lumineux de 675 *lumens*.

11.3.7.2 Donc, 1 *lumen* équivaut approximativement à 0,0015 *watt*.

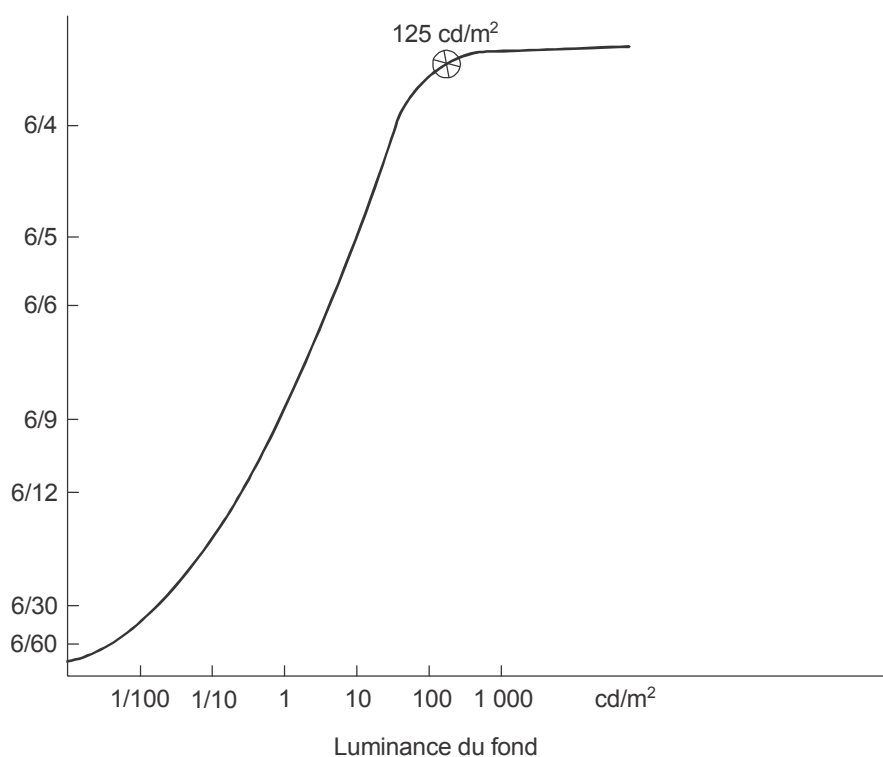


Figure III-11-2. Acuité visuelle et luminance du fond

Intensité lumineuse

11.3.7.3 C'est le flux lumineux par unité d'angle solide à partir d'un point. L'unité d'angle solide est appelée *stéradian* ; c'est l'angle solide qui découpe une aire de 1 m² sur la surface d'une sphère ayant un rayon d'un mètre. La lumière peut être émise ou réfléchie. L'unité d'intensité lumineuse est le *candela (cd)*. Un *candela* vaut 1 *lumen* par *stéradian*. À l'origine, le *candela* a été dérivé de la luminance d'un corps noir à la température du point de solidification du platine.

Luminance

11.3.7.4 Il s'agit de l'intensité lumineuse par unité de surface projetée dans une direction donnée. L'unité est le *candela par mètre carré (cd/m²)*. Cette unité est aussi appelée *nit*.

11.3.7.5 Les autres unités de luminance sont :

$$\begin{aligned} \text{le stilb (sb)} &= 1 \text{ candela/cm}^2 \\ \text{le lambert (L)} &= 1/\pi \text{ candela/cm}^2 \end{aligned}$$

11.3.7.6 Il convient de noter que la formule utilisée pour calculer la luminance à partir de l'éclairement contient le facteur $1/\pi$.

Éclairément

11.3.7.7 C'est le flux lumineux reçu par unité d'aire d'une surface. L'unité est le *lux* (ou *bougie-mètre*). Un *lm* distribué uniformément sur 1 m^2 de surface produit un éclairément de 1 lux . Pour un flux lumineux donné, l'éclairément diminue à mesure que l'aire éclairée augmente.

11.3.8 La plupart des unités décrites ci-dessus sont des unités SI. Pour les pays qui utilisent le système pieds-livres, voici les facteurs de conversion :

La luminance peut se mesurer en *lamberts-pied* (fL). $1 \text{ fL} = 3,426 \text{ cd/m}^2$

L'unité d'éclairément est le *pied-bougie* (fc). $1 \text{ fc} = 10,75 \text{ lux}$

11.3.9 Il existe de nombreuses autres unités utilisées en photométrie, mais leur description n'a pas sa place dans le présent chapitre.

11.3.10 Pour donner aux unités précitées une signification concrète, les niveaux de luminance mentionnés dans le Tableau III-11-1 peuvent s'avérer utiles.

11.3.11 L'intensité lumineuse des ampoules est mesurée en une unité appelée *intensité lumineuse sphérique moyenne*. Pour obtenir l'intensité lumineuse d'une lampe en *lumens*, il faut multiplier l'*intensité lumineuse sphérique moyenne* par 4π .

11.3.12 Si une surface parfaitement réfléchissante et diffusante est éclairée avec 1 lux , la luminance sera de $1/\pi \text{ cd/m}^2$. Le papier blanc réfléchit environ 75 % de la lumière incidente, de sorte que s'il est éclairé par une source de 1 lux , sa luminance sera de $0,75 \times 1/\pi = 0,24 \text{ cd/m}^2$ ou 2 400 *stilbs*.

11.3.13 Il est impossible d'établir une table de conversion simple entre la puissance d'une ampoule et l'éclairément qu'elle fournit. Des facteurs tels que les réflecteurs, l'angle d'incidence des rayons sur la surface éclairée et la distance de la source de lumière jouent un rôle majeur.

Tableau III-11-1. Niveaux de luminance pour différents types d'éclairage

<i>Environnement</i>	<i>Luminance (cd/m²)</i>
Soleil	10^9
Ciel clair à midi	10^4
Ciel nuageux au coucher de soleil	10
Ciel clair un quart d'heure après le coucher de soleil	1
Ciel nocturne, pleine lune	10^{-2}
Ciel nocturne, nuageux, pas de clair de lune	10^{-4}
Vision purement scotopique (par bâtonnets)	$< 5 \times 10^{-3}$
Vision purement photopique (par cônes)	> 10
Vision mésopique	5×10^{-3} à 10

11.3.14 L'éclairage approximatif donné par une lampe de bureau ordinaire de 40 watts munie d'un réflecteur conique orienté à 45 degrés vers la surface est indiqué dans le Tableau III-11-2. Ce tableau montre en outre la luminance correspondante d'une surface blanche (papier ou tableau de test d'acuité visuelle) vue à angles droits.

Tableau III-11-2. Éclairage approximatif d'une ampoule de 40 watts

<i>Distance ampoule-tableau</i>	<i>Éclairage de l'ampoule</i>	<i>Luminance du tableau</i>
50 cm	350 lx	110 cd/m ²
75 cm	155 lx	45 cd/m ²
100 cm	85 lx	25 cd/m ²

Avec une ampoule de 60 watts, les niveaux d'éclairage sont ceux qui figurent au Tableau III-11-3 :

Tableau III-11-3. Éclairage approximatif d'une ampoule de 60 watts

<i>Distance ampoule-tableau</i>	<i>Éclairage de l'ampoule</i>	<i>Luminance du tableau</i>
50 cm	600 lx	180 cd/m ²
75 cm	270 lx	80 cd/m ²
100 cm	150 lx	45 cd/m ²

11.3.15 La Figure III-11-2 montre la relation entre l'éclairage du tableau de test et l'acuité visuelle. La luminance de fond minimum recommandée pour les tableaux de test est de 80 cd/m².

11.3.16 Dans un bureau ordinaire, la luminance de murs de couleur claire atteint les valeurs approximatives suivantes :

Pièce modérément éclairée	15 – 30 cd/m ²
Pièce à éclairage ordinaire	30 – 60 cd/m ²
Pièce fortement éclairée	60 – 100 cd/m ² .

11.3.17 La luminance des parties blanches d'un tableau de test d'acuité visuelle transparent monté sur boîtier d'examen et éclairé de l'arrière est de 200 – 500 cd/m². La luminance supplémentaire donnée par l'éclairage de la pièce est insignifiante.

11.3.18 Les tests d'acuité visuelle devraient être effectués dans une pièce bien éclairée. L'éclairage ordinaire de la salle d'examen devrait être laissé allumé. Des niveaux d'éclairage extrêmes, très sombres ou très clairs, peuvent influencer les mesures de l'acuité visuelle et devraient être évités.

Temps d'exposition

11.3.19 Le temps d'exposition n'a pas d'importance pendant la mesure clinique ordinaire de l'acuité visuelle, parce que les temps utilisés sont largement supérieurs aux valeurs seuils d'environ 0,5 seconde.

11.3.20 Toutefois, le temps d'exposition devient important lorsque l'on procède à la mesure de l'acuité visuelle dynamique requise pour de nombreuses opérations en cours de vol. Un déplacement angulaire de plus de 10 degrés/seconde réduit considérablement la netteté de la vision. Pendant les dernières secondes avant le toucher des roues, le pilote s'appuie sur les repères au sol pour manœuvrer l'aéronef, même lorsqu'il dispose de systèmes d'atterrissage automatisés. À une vitesse d'atterrissage de 145 kt (environ 270 km/h), une aire de 500 m² est tout ce que l'on peut inspecter sans dépasser le déplacement angulaire critique (vitesse angulaire à laquelle l'acuité visuelle commence à se détériorer).

Contraste physique

11.3.21 Le contraste physique entre un objet et son arrière-plan est un facteur qui limite le pouvoir séparateur de l'œil. Le seuil de contraste est la différence tout juste perceptible entre un objet et son arrière-plan. Tandis que la réflectivité d'un papier blanc propre peut être estimée à 75 %, celle d'une lettre noire n'est que de 5 %. Le contraste est de $(75-5)/75$ ou 93 % d'excellente visibilité. Les vieilles cartes jaunies ou des projecteurs de test d'acuité visuelle mal entretenus peuvent présenter un contraste de seulement 30 %, qui est la valeur critique pour maintenir une acuité visuelle optimale. Cela souligne toute l'importance de disposer d'équipements de test appropriés.

11.3.22 Dans l'aviation, nombreuses sont les situations où les contrastes sont différents de ceux que l'on utilise normalement pour effectuer les tests cliniques. De faibles niveaux d'éclairage réduisant la vision sont les cas les plus fréquents, mais des niveaux d'éclairage très intenses peuvent produire un éblouissement suffisant pour réduire l'acuité visuelle.

Diamètre de la pupille

11.3.23 Un faible niveau d'éclairage provoque une dilatation de la pupille qui entraîne une aberration sphérique et une image rétinienne floue. Cette vision trouble peut stimuler une accommodation pouvant induire une myopie, ce qui réduira encore l'acuité visuelle à distance. Un fort niveau d'éclairage provoque, jusqu'à une certaine valeur, un myosis. Cette réduction de l'ouverture optique entraîne une augmentation de la profondeur du foyer et, en masquant les erreurs de réfraction, améliore l'acuité.

Optotypes

11.3.24 Une grande variété d'optotypes sont utilisés dans le monde entier. Une tentative de faire adopter les anneaux de Landolt en tant qu'optotypes reconnus au niveau international a échoué et la plupart des médecins-examineurs désignés dans les États contractants de l'OACI continuent à utiliser les lettres de Snellen ou des variantes de ce test basées sur le même angle visuel. Comme le but de l'examen est d'évaluer l'efficacité visuelle générale des candidats et d'envoyer ceux qui n'atteignent pas les niveaux conformes chez un spécialiste pour examen approfondi, l'utilisation des lettres de Snellen est acceptable. Les lettres de l'alphabet n'ont pas un degré égal de lisibilité : le « L », le « I » et le « T » sont, par exemple, beaucoup plus faciles à identifier que le « G », le « R » ou le « B ». C'est pourquoi des optotypes uniformes tels que les anneaux de Landolt ou la lettre E orientée dans différentes directions sont de meilleures options d'un point de vue scientifique.

11.3.25 Les tableaux de test d'acuité visuelle varient dans leur conception, en ce qui concerne à la fois le nombre, l'aspect et le choix des optotypes de chaque rangée et la progression de la dimension de ces optotypes. Ces variations introduisent des divergences dans la détermination de l'acuité visuelle. Pour déterminer si les conditions de vision de l'Annexe 1 sont remplies, il est souhaitable de définir une norme internationale uniforme, telle que les anneaux de Landolt ou le test basé sur la lettre E. Le tableau devrait comporter au minimum des optotypes représentant les niveaux suivants d'acuité visuelle : 6/60 (20/200, 0,1), 6/12 (20/40, 0,5), 6/9 (20/30, 0,7) et 6/6 (20/20, 1,0). Dix optotypes au minimum devraient être proposés pour les niveaux 6/12, 6/9 et 6/6. La Figure III-11-1 présente des exemples d'anneaux de Landolt ainsi que d'autres optotypes d'utilisation courante.

11.3.26 Un tableau d'anneaux de Landolt devrait comprendre dix optotypes dans chaque rangée, avec des interruptions aléatoires à 3, 6, 9 et 12 heures. Deux tableaux différents seront disponibles pour empêcher toute possibilité de mémorisation.

11.3.27 Les projecteurs de tableaux de test d'acuité visuelle présentent plusieurs avantages, dont la disponibilité d'une sélection de diapositives différentes, la capacité d'afficher une seule rangée d'optotypes à la fois et une meilleure durabilité que celle des cartes imprimées, moins chères.

11.3.28 Les tableaux imprimés devraient être d'un blanc mat et les optotypes devraient être imprimés en noir mat. L'interruption dans les anneaux de Landolt doit sous-tendre un angle d'une minute d'arc aux distances prescrites. Les lettres de Snellen sont formées dans un carré sous-tendant 5 minutes d'arc aux distances prescrites ou (sur certains tableaux) dans un rectangle de 4 minutes de large et 5 minutes de haut, et sont conçues de telle sorte que les éléments constitutifs de la lettre sous-tendent 1 minute d'arc.

11.3.29 Des programmes de test visant à mesurer l'acuité visuelle, la perception des couleurs et d'autres aspects de la fonction visuelle sont disponibles sur des ordinateurs personnels. Certains de ces programmes sont utilisés pour tester le personnel aéronautique, mais la normalisation reste un défi.

11.3.30 L'examineur devra empêcher le candidat de plisser les yeux pendant le test de façon à ce que les paupières ne jouent pas le rôle de fente sténopéïque, masquant ainsi les erreurs de réfraction. Aucune erreur ne pourra être acceptée pour une ligne de 10 optotypes. Lorsque des lettres sont utilisées au lieu des anneaux de Landolt, le service de délivrance des licences devrait s'assurer que les méthodes employées pour évaluer l'acuité visuelle fourniront des résultats de test comparables.

11.3.31 Tout degré de myopie entraîne une réduction de l'acuité visuelle. Un degré important de myopie, soit -0,75 D ou plus, sera détecté pendant l'examen de dépistage, à condition que le candidat ne soit pas autorisé à plisser les yeux. Par contre, des degrés faibles ou modérés d'hypermétropie, surtout chez de jeunes individus, sont compensés par accommodation et des candidats de ce type auront une acuité visuelle à distance normale et ne seront peut-être pas détectés pendant un examen de dépistage de routine. Le degré réel d'hypermétropie ne peut être mesuré que par réfraction sous cycloplégie, mais cette possibilité n'est généralement pas à la disposition du médecin-examineur désigné.

Le test de la lentille +2,5 D

11.3.32 Un test de dépistage utile pour l'hypermétropie consiste à demander aux candidats ayant une acuité de 6/6 ou mieux, sans correction, de lire le tableau de mesure de l'acuité visuelle à distance en regardant au travers d'une lentille sphérique +2,5 D. Pour ce faire, il faut tenir une lentille unique devant chaque œil ou, ce qui est plus aisé, utiliser une paire de lunettes de lecture de taille normale avec des lentilles de +2,5 D. Chaque œil est testé séparément. Si l'œil est emmétrope, la vision à travers une lentille de +2,5 D sera trouble et l'acuité visuelle sera réduite d'environ deux lignes sur le tableau de Snellen. Si l'acuité à distance n'est pas réduite par la lentille +2,5 D et si le candidat voit aussi bien à travers ces lentilles que sans, un certain degré d'hypermétropie est présent.

11.3.33 Les candidats qui ne réussissent pas le test de la lentille de +2,5 D devraient normalement être envoyés chez un ophtalmologiste qualifié pour évaluation.

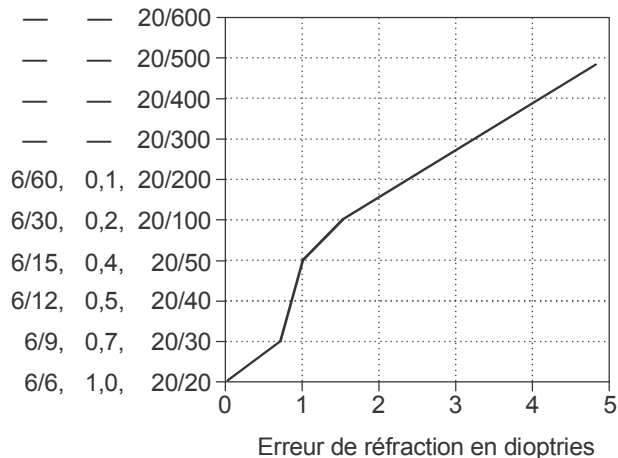


Figure III-11-3. Relation approximative entre l'acuité visuelle et l'erreur de réfraction

Relation entre l'erreur de réfraction et l'acuité visuelle non corrigée

11.3.34 Les résultats des études destinées à déterminer la relation entre l'erreur de réfraction et l'acuité visuelle non corrigée varient considérablement. La Figure III-11-3 présente les valeurs illustrant cette relation. Les médecins-examineurs devraient tenir compte du fait que les myopes peuvent souvent améliorer considérablement leur vision non corrigée en plissant les yeux et que les hypermétropes peuvent surmonter leur erreur de réfraction plus ou moins bien, en fonction de leur capacité d'accommodation.

Réfraction

11.3.35 La réfraction clinique désigne la procédure diagnostique suivie pour déterminer l'erreur de réfraction de l'œil. De nombreuses méthodes existent pour la mesurer. Souvent, un instrument objectif comme un réfracteur automatisé est utilisé, et parfois des agents cycloplégiques sont administrés, dans le cadre de cette procédure. Les résultats sont ensuite affinés de façon subjective, en vue de rédiger une prescription thérapeutique de lunettes qui donneront à la personne une vision satisfaisante et confortable. Tous les sujets présentant une erreur de réfraction n'ont pas besoin d'une correction au moyen de lunettes, de lentilles de contact ou de tout autre moyen. En aviation, la correction d'une erreur de réfraction n'est nécessaire que lorsque l'acuité visuelle non corrigée est non conforme ou lorsque cette erreur induit une fatigue de l'œil ou un déséquilibre entre les muscles oculaires. La détermination de la correction optique appropriée pour une personne présentant une erreur de réfraction devrait être réalisée par un ophtalmologiste qualifié.

Erreurs de réfraction

11.3.36 La qualité de réfraction de l'œil dépend de la courbure des surfaces réfractantes (cornée et cristallin), de la longueur axiale de l'œil et des indices de réfraction des milieux oculaires. Parmi ces éléments, le plus important est la longueur axiale. Si la longueur est supérieure à la normale, l'œil est généralement myope ; si elle est inférieure à la normale, il est généralement hypermétrope.

11.3.37 Un œil exempt d'erreur de réfraction est dit emmétrope. Dans ce cas, les rayons lumineux parallèles venant d'un objet éloigné convergent exactement sur la rétine, sans nécessité d'accommodation, de sorte que les objets distants sont perçus clairement.

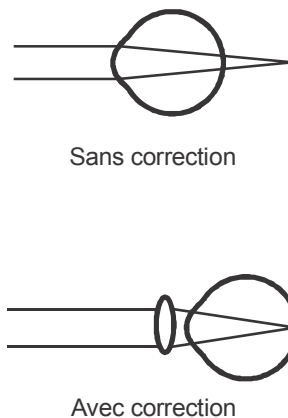


Figure III-11-4. Correction de l'hypermétropie — sphère positive

11.3.38 La lumière entrant dans l'œil à partir d'objets proches sera divergente et un œil emmétrope devra procéder à une accommodation pour voir clairement les objets proches.

11.3.39 La plupart des yeux ont une forme d'erreur de réfraction et sont dits amétropes. Les troubles de la réfraction sont :

- a) l'hypermétropie ;
- b) la myopie ;
- c) l'astigmatisme ;
- d) des combinaisons des troubles ci-dessus.

Hypermétropie

11.3.40 L'œil hypermétrope est un œil dont le pouvoir réfractant est insuffisant, de sorte qu'en l'absence d'accommodation, les rayons lumineux parallèles venant d'un objet éloigné ne sont pas suffisamment réfractés pour converger sur la rétine. La vision des objets distants est trouble, sauf si la personne est capable d'utiliser son pouvoir d'accommodation pour ajouter le pouvoir réfractant nécessaire. Les jeunes disposent d'un important pouvoir d'accommodation pour compenser des degrés significatifs d'hypermétropie, mais lorsque la presbytie apparaît cette réserve d'accommodation diminue. Ainsi, un jeune de 20 ans avec 5 dioptries d'hypermétropie n'aura peut-être pas besoin d'une correction par lunettes pour bien voir de loin, mais vers l'âge de 60 ans cette même personne aura besoin d'une correction quasi complète de l'erreur de réfraction pour voir clairement les objets distants.

11.3.41 La relation entre l'hypermétropie et le strabisme convergent sera examinée plus tard. La Figure III-11-4 illustre l'hypermétropie et sa correction au moyen d'une lentille de puissance positive.

Myopie

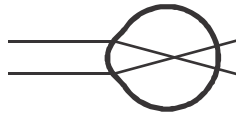
11.3.42 Dans le cas de la myopie, l'œil a une puissance de réfraction excessive, de sorte que les rayons lumineux parallèles convergent vers un point en avant de la rétine. La vision de loin est dès lors brouillée. Par contre, pour un objet proche, si la distance entre l'objet et l'œil correspond au degré de myopie, les rayons divergents venant de cet objet se focaliseront sur la rétine. Ainsi, un œil ayant 3 dioptries de myopie verra clairement les objets à une distance de 1/3 m, sans accommodation. Il convient de garder à l'esprit qu'un œil ayant une acuité visuelle non corrigée de 6/6 peut être

légèrement myope et, moyennant correction appropriée, peut atteindre une acuité de 6/3 ou deux fois supérieure. La Figure III-11-5 illustre la myopie et montre comment la correction est atteinte avec des lentilles de puissance négative.

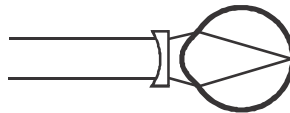
Astigmatisme

11.3.43 L'astigmatisme désigne l'incapacité d'un système optique à former une image ponctuelle d'un objet ponctuel. Il résulte de courbures différentes des surfaces réfractantes d'un système optique, notamment de l'œil. Dans un système optique sans astigmatisme, la courbure de chaque surface réfractante est la même dans tous les plans, c'est-à-dire que la courbure dans le plan horizontal (l'axe à 180 degrés) est la même que la courbure dans le plan vertical (axe à 90 degrés). Une telle surface est qualifiée de sphérique. Si la courbure de la surface réfractante n'est pas la même dans tous les plans, la surface est dite torique (du latin *torus* = enflement, bombement, nœud), et il y a astigmatisme. Un moyen de se représenter cette différence est de considérer la surface d'une orange comme sphérique et la surface d'un citron, comme torique.

11.3.44 En optique clinique, les différents plans des surfaces réfractantes sont appelés des méridiens. Dans le cas d'une surface torique, un méridien aura une courbure maximale et un autre, une courbure minimale. Ce sont les méridiens principaux. Si les méridiens principaux forment entre eux des angles droits (p. ex. à 90 et 180 degrés ou à 45 et 135 degrés), l'astigmatisme est dit régulier. L'astigmatisme régulier de l'œil peut être corrigé avec des cylindres. Si les méridiens principaux ne sont pas à angles droits, l'astigmatisme est dit irrégulier. L'astigmatisme irrégulier ne peut être complètement corrigé avec le cylindre de lunettes, mais il peut souvent être corrigé avec des lentilles de contact.



a) œil myope regardant un objet distant



b) œil myope corrigé pour la vision à distance



c) œil myope regardant un objet proche

Figure III-11-5. Correction de la myopie — sphère négative

11.3.45 Beaucoup d'yeux sont atteints d'une forme d'astigmatisme régulier. Le degré et l'orientation de l'astigmatisme sont indiqués par la composante cylindrique des lunettes de correction. La Figure III-11-6 illustre un système réfractant astigmatique et montre comment l'astigmatisme induit deux points de focalisation au lieu du point unique qui se forme en l'absence d'astigmatisme. Dans l'œil astigmatique, la position de ces deux points de focalisation par rapport à la rétine est utilisée pour classer l'astigmatisme comme suit :

- a) Si les deux points de focalisation se trouvent en avant de la rétine, on parle d'astigmatisme myope composé.
- b) Si un point de focalisation se situe en avant de la rétine et l'autre sur la rétine, on parle d'astigmatisme myope simple.
- c) Si un point de focalisation se situe en avant de la rétine et l'autre derrière la rétine, on parle d'astigmatisme mixte simple.
- d) Si un point de focalisation se situe sur la rétine et l'autre derrière la rétine, on parle d'astigmatisme hypermétrope simple.
- e) Si les deux points de focalisation se trouvent derrière la rétine, on parle d'astigmatisme hypermétrope composé.

Astigmatisme irrégulier

11.3.46 Si les méridiens principaux ne sont pas à angles droits, l'astigmatisme est dit irrégulier. L'astigmatisme irrégulier survient lorsque la cornée a été endommagée par quelque cause que ce soit et dans le cas d'une anomalie du développement appelée kératocône. Il est impossible de le corriger complètement au moyen du cylindre de verres de lunettes. Les lentilles de contact offrent la meilleure chance d'une correction optimale, parce que la surface intérieure de la lentille remplace la surface irrégulière de l'œil en tant qu'une des surfaces réfractantes du système optique.

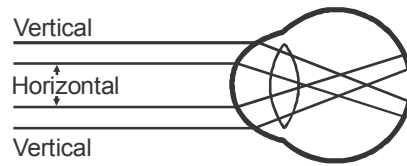
11.3.47 Tous les systèmes optiques, y compris l'œil, comportent des aberrations. En voici les principales :

- a) aberration chromatique due à la différence de réfraction des différentes longueurs d'onde des composantes de la lumière blanche. Les ondes longues sont moins réfractées que les ondes courtes.
- b) diverses aberrations optiques, dont l'aberration sphérique, le coma (halo trouble pouvant entourer des objets excentrés), l'astigmatisme d'incidence oblique, la courbure de champ et la distorsion.

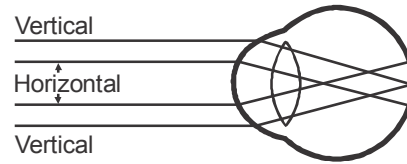
11.3.48 Dans les lentilles de faible puissance ces aberrations sont minimales, mais plus la puissance de la lentille augmente, disons au-delà de 5 dioptries positives ou négatives, plus ces aberrations sont importantes, de sorte que la distorsion et l'altération du champ visuel deviennent préoccupantes dans l'environnement aéronautique. Des améliorations de la conception et de la fabrication des verres correcteurs, tels que des verres amincis à indice élevé, ont réduit la distorsion présente dans les verres de forte puissance, mais les lentilles de contact assurent de meilleurs champs visuels et induisent moins de distorsions que les verres de lunettes de forte puissance et devraient être envisagées chez des candidats présentant des erreurs de réfraction importantes.

Anisométrie et aniséiconie

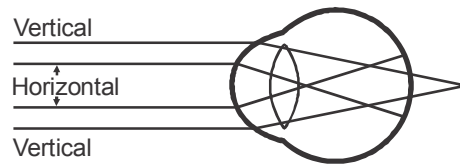
11.3.49 L'anisométrie est une différence de réfraction entre les deux yeux. La correction de l'anisométrie produit une différence de taille de l'image rétinienne entre les deux yeux. Lorsque cette différence de taille est perçue par la personne, on parle d'aniséiconie (du grec *eikon* = image, similitude).



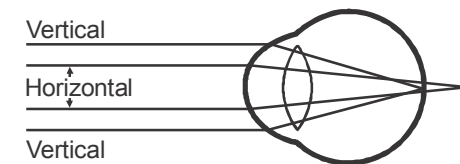
a) astigmatisme myope composé



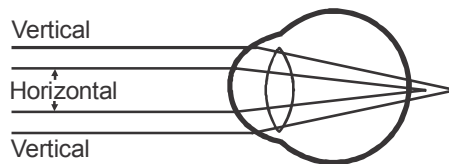
b) astigmatisme myope simple



c) astigmatisme mixte



d) astigmatisme hypermétrope simple



e) astigmatisme hypermétrope composé

Figure III-11-6. Types d'astigmatisme

11.3.50 D'importants degrés d'anisométrie peuvent être totalement corrigés au moyen de lunettes chez des enfants, mais chez les adultes une correction supérieure à 3 dioptries d'anisométrie peut s'avérer problématique. La tolérance d'une correction d'anisométrie par lunettes et de l'aniséiconie qui en résulte varie énormément d'un individu à l'autre. Les candidats présentant des degrés importants d'anisométrie devraient être évalués par un ophtalmologiste.

Vision insuffisante d'un œil

11.3.51 Il est fréquent de voir des candidats chez qui un œil répond aux spécifications de l'Annexe 1 mais l'autre œil ne peut être corrigé jusqu'à répondre à la norme requise en raison d'une amblyopie ou d'un autre trouble oculaire. Ces candidats doivent être évalués par un ophtalmologiste, afin de déterminer la cause de la perte de vision. Ils peuvent être déclarés aptes en vertu des dispositions du paragraphe 1.2.4.9 de l'Annexe 1. En cas de doute, il peut être utile de procéder à un essai en vol pour raison médicale, de manière à évaluer l'acuité visuelle du candidat en conditions réelles de vol.

Acuité visuelle en vision rapprochée et accommodation

11.3.52 Dans la plupart des aéronefs modernes, une part importante du temps de vol est passée à évaluer les informations affichées dans le poste de pilotage. Les systèmes d'information du poste de pilotage deviennent de plus en plus complexes et la nécessité d'une vision claire à diverses distances dans le poste de pilotage est tout aussi importante que la nécessité d'une bonne acuité visuelle à distance. Les cartes aéronautiques, affichages « tête haute », voyants d'alarme respectant un code de couleur, cadrans, cartes topographiques et indicateurs radar météo sont autant d'éléments que l'aviateur doit voir clairement et qui exigent une bonne acuité visuelle de près et à des distances intermédiaires.

11.3.53 Chez les jeunes, le cristallin est souple et peut, grâce à l'action du muscle ciliaire, aisément augmenter sa courbure pour fournir l'augmentation de puissance requise pour se focaliser sur des objets proches. Cette capacité d'accommodation diminue avec l'âge, à mesure que le cristallin se rigidifie — un état que l'on appelle presbytie. La capacité d'accommodation est mesurée pendant que le candidat porte des lentilles de correction de la vision à distance si celles-ci lui ont été prescrites. Des petits caractères lisibles uniquement à bout de bras sont utilisés et le candidat lit le texte pendant que celui-ci est rapproché des yeux jusqu'au point où le texte commence à devenir flou. Le candidat est encouragé à fournir le maximum d'effort pour ce test. La distance des yeux à laquelle le texte devient flou est le punctum proximum. L'inverse de cette distance exprimé en mètres est le parcours d'accommodation en dioptries. En lieu et place d'une planche ordinaire de test de vision rapprochée, on peut utiliser une règle de punctum proximum. Elle offre l'avantage de permettre à l'examineur de lire directement la distance entre les yeux du sujet et le tableau. Le Tableau III-11-4 montre la relation approximative entre l'âge et la capacité d'accommodation.

Tableau III-11-4. Âge et presbytie

Âge	Dioptries	Punctum proximum (cm)
15	12	8
25	10	10
35	7	14
45	4	25
55	1,5	67
65	1,1	91

11.3.54 La presbytie survient chez tout le monde, mais avec des variations considérables d'un individu à l'autre. Pour la plupart des individus emmétropes, la lecture devient un peu difficile vers le milieu ou la fin de la quarantaine. Chez les hypermétropes sans correction, le problème se posera plus tôt parce qu'une partie de la capacité d'accommodation de l'œil doit être utilisée pour surmonter l'hypermétropie. Les myopes, par contre, peuvent simplement retirer leurs lunettes de correction de la vision à distance lorsque la presbytie devient importante et beaucoup d'individus ayant une myopie de 3 ou 4 dioptries n'ont jamais besoin de lunettes de lecture.

11.3.55 Il n'est pas acceptable que des membres d'équipage de conduite myopes qui sont aussi presbytes retirent simplement leurs lunettes de correction de la vision à distance pour pouvoir lire. Ils doivent avoir des verres de correction satisfaisants aussi bien pour la vision à distance que pour la vision rapprochée, c'est-à-dire, une forme de correction multifocale.

11.3.56 Les symptômes de la presbytie dépendent principalement de la capacité d'accommodation disponible mais aussi, dans une large mesure, du niveau d'éclairage, de la clarté et du contraste des caractères imprimés, de la taille de la pupille, du degré de fatigue et du bien-être général du sujet. La plupart des sujets normaux se sentent à l'aise en utilisant jusqu'à la moitié de leur capacité d'accommodation. La Figure III-11-7 montre les amplitudes d'accommodation maximales, efficaces ou confortables. La Figure III-11-8 montre comment ces amplitudes sont influencées par des erreurs de réfraction préexistantes. Lorsque l'on prescrit des lunettes de lecture ou un ajout bifocal à des lunettes de correction de la vision à distance, on tente généralement de laisser environ la moitié de la réserve d'accommodation.

11.3.57 La densité croissante du cristallin, qui est à la base de la presbytie, résulte aussi d'une réduction généralisée de la brillance de l'image rétinienne. Ce phénomène, ainsi que les pupilles plus petites et la perte constante de photorécepteurs, explique pourquoi les personnes âgées ont en général besoin de plus de lumière que les jeunes pour une même tâche visuelle.

Altération de l'accommodation

11.3.58 Une réduction de l'accommodation avec une altération concomitante de la vision de près peut résulter des causes suivantes :

- a) mauvaise santé générale ;
- b) stress mental sévère ;
- c) hypoxie ;
- d) force G de haute intensité ;
- e) gouttes cycloplégiques ;
- f) agents ganglioplégiques ;
- g) médicaments à effet atropinique ;
- h) médicaments psychotropes et tranquillisants ;
- i) troubles affectant le III^e nerf crânien ;
- j) iritis et autres troubles du muscle ciliaire.

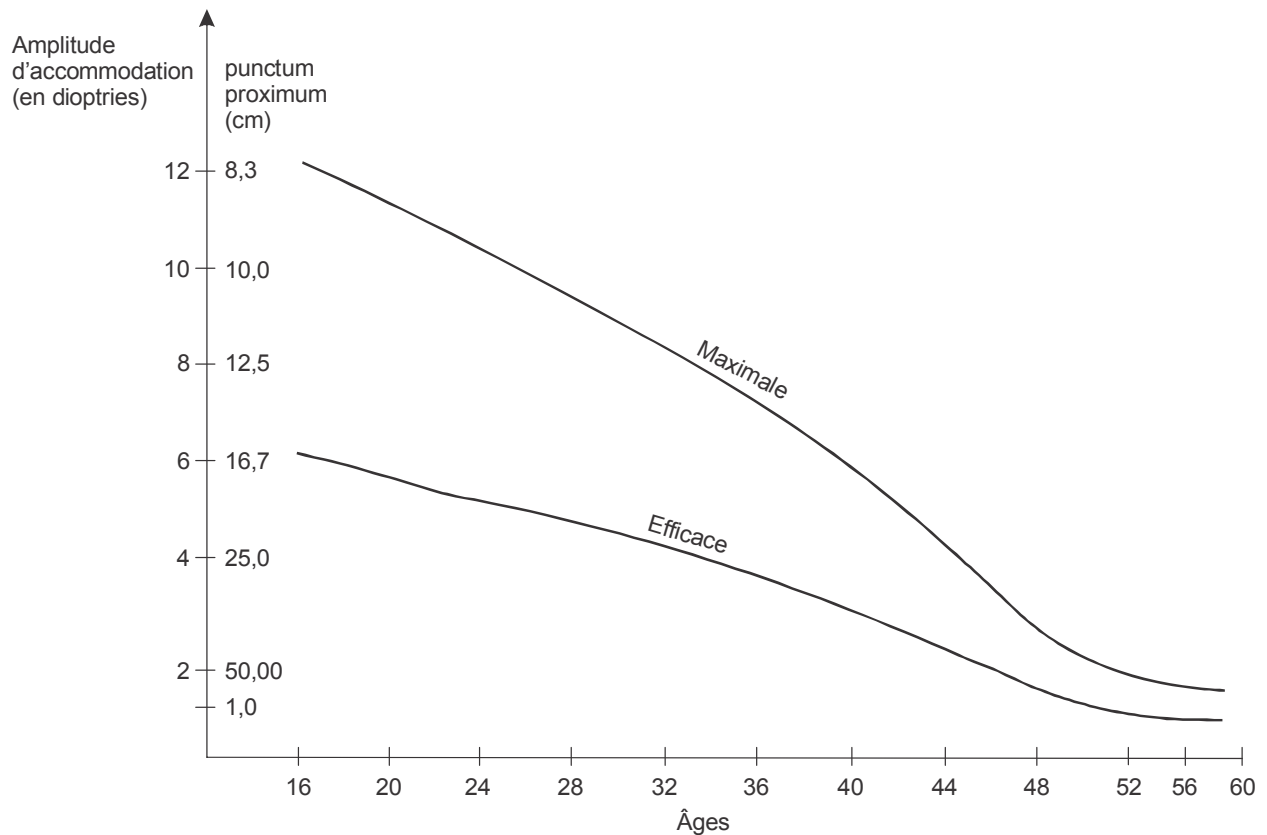


Figure III-11-7. Accommodation maximale et accommodation efficace

Fatigue oculaire (asthénopie)

11.3.59 Beaucoup se plaignent de fatigue oculaire. Celle-ci se manifeste sous diverses formes : vision brouillée, lettres qui « se mélangent », sensation de lourdeur ou de fatigue des yeux, sensation de brûlure des yeux, céphalées, douleurs oculaires, larmoiements, rougeur des yeux, besoin de se frotter les yeux, sensibilité accrue à la lumière et incapacité de faire du travail nécessitant la vision de près pendant une période prolongée.

11.3.60 Souvent, les patients se plaignant de fatigue oculaire ont des examens oculaires tout à fait normaux et la cause des symptômes peut être une fatigue générale, du stress ou une maladie systémique. Parfois, ils souffrent de troubles oculaires importants nécessitant un traitement. Parmi ces troubles, citons la blépharite, la conjonctivite, les syndromes de sécheresse des yeux, des erreurs de réfraction non corrigées, y compris la presbytie, une insuffisance de convergence et d'autres problèmes de déséquilibre des muscles oculaires.

Méthodes d'évaluation de l'acuité visuelle de près

11.3.61 La grande variété de caractères de test utilisés par les États contractants rend difficile une normalisation des tests de l'acuité visuelle de près. Pendant de nombreuses années, l'échelle de Jaeger a été d'usage courant. La norme maintenant adoptée dans l'Annexe 1 est la fonte « Times Roman ». La taille des lettres est basée sur l'ancien système d'imprimerie, dans lequel un point valait 0,35 mm (1/72 de pouce). Ainsi, une fonte 5 points est une fonte dans laquelle chaque lettre est fondue dans un bloc de 1,75 mm (5/72 de pouce) de haut. Les nombres de points utilisés vont de N.5 à N.48. Le N représente la première lettre du mot signifiant « proche » en anglais (« near »). Une lettre N.5 a un peu moins de 1,75 mm de haut et une lettre N.48, un peu moins de 17 mm de haut.

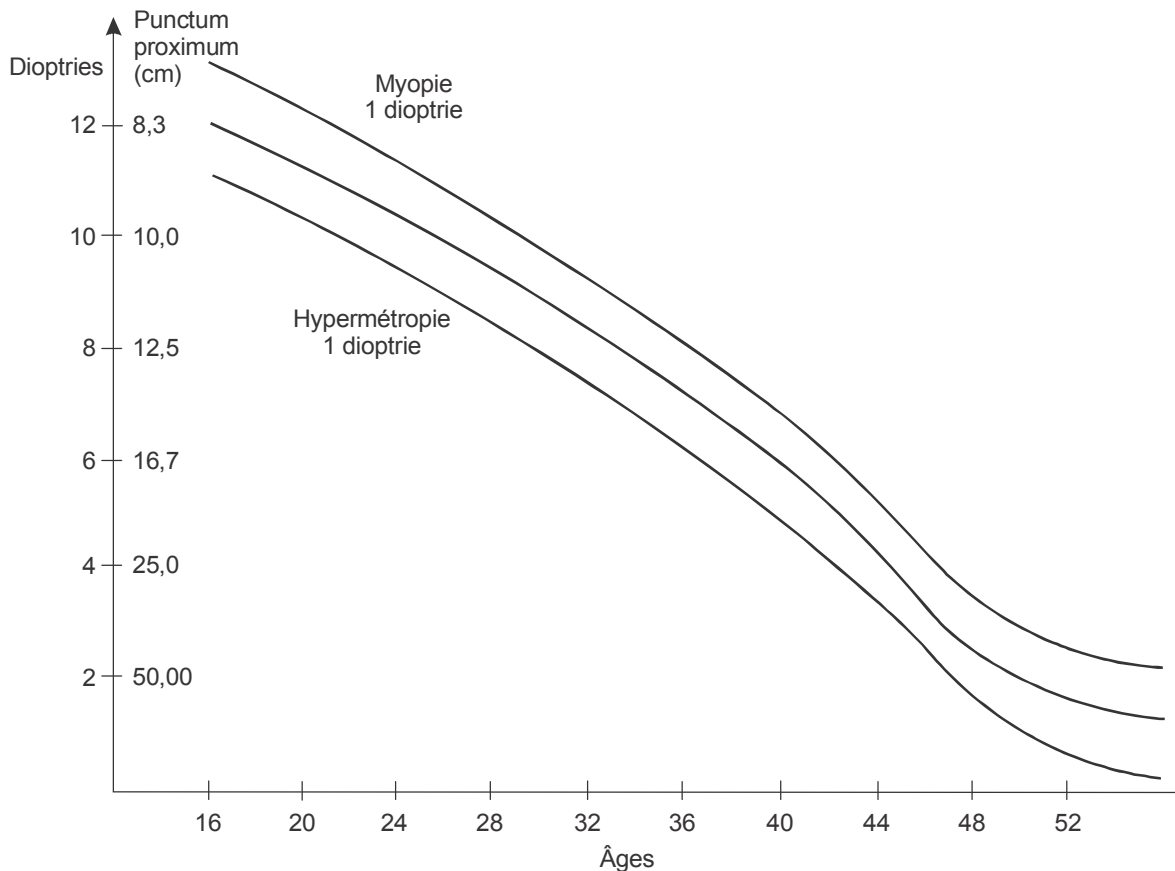


Figure III-11-8. Variation de l'accommodation provoquée par une amétropie préexistante

11.3.62 Il existe une corrélation approximative entre l'acuité visuelle de près et l'acuité visuelle à distance, à condition que l'évaluation de l'acuité de près soit faite exactement à la distance prescrite. Par exemple, les minuscules Times Roman N.5 vues à une distance de 40 cm (16 in) sous-tendent un angle de 2 minutes d'arc et correspondent approximativement à l'acuité de 6/12 (20/40, 0,5). Dans les mêmes conditions, la notation N.14 équivaut à une acuité visuelle de 6/24 (20/80, 0,25).

11.3.63 Dans la pratique, la distance de lecture normale, confortable, d'une personne dépend de la longueur du bras et de l'habitude, de sorte qu'il est irréaliste de servilement respecter une distance de lecture fixe.

Éléments indicatifs sur les procédures de test à suivre

11.3.64 Il convient de déterminer et d'enregistrer l'acuité visuelle de près avec et sans verres correcteurs. Le tableau N d'acuité visuelle en vision rapprochée ou un tableau équivalent devrait être utilisé (Figures III-11-9 et III-11-10). L'examen aura lieu dans une pièce bien claire, le tableau de test étant éclairé par une source d'environ 500 lux. Le candidat devrait tenir le tableau à une distance de lecture confortable, généralement comprise entre 30 et 50 cm (12-20 in) et devrait tenter de lire la fonte N.5. La même procédure doit être répétée avec le tableau N.14, tenu à une distance de 100 cm (40 in), si la vérification de l'acuité visuelle intermédiaire est requise. La vision de près est enregistrée sous la forme de la distance à laquelle le candidat peut lire le tableau N.5 (par ex. N.5 à 40 cm et N.14 à 100 cm).

11.3.65 Il faut distinguer la capacité de lire des optotypes seuls sur un tableau de vision de près et la capacité de lire un texte. Cette dernière fait intervenir des facteurs cognitifs complexes en plus d'une bonne acuité visuelle.

N.5.

The streets of London are better paved and better lighted than those of any metropolis in Europe: there are lamps on both sides of every street, in the mean proportion of one lamp to three doors. The effect produced by these double rows of lights in many streets is remarkably pleasing; of this Oxford-street and especially Bond-street, afford striking examples. We have few street robberies, and rarely indeed a midnight assassination. This last circumstance is owing to the benevolent spirit of the people; for whatever crimes the lowest orders of society are tempted to commit, those of a sanguinary nature are less frequent here than in any other country. Yet it is singular, where the police are so ably regulated, that the watchmen, our guardians of the night, are generally old decrepit men, who have scarcely strength to use the alarum which is their signal of distress in cases of emergency. It does credit, however, to the morals of the people, and to the national spirit, and evinces that the brave are always benevolent, when we reflect that, during a period when almost all kingdoms exhibited the horrors of massacre and the outrages of anarchy, when blood had contaminated the standard of liberty, and defaced the long established laws of nations, while it overwhelmed the freedom it pretended to establish, this island maintained the throne of reason, erected on the firm basis of genius, valour, and philanthropy.

cave acorn veneer succour

ANNEX 1
REQUIREMENT

N.8.

Water Cresses are sold in small bunches, one penny each, or three bunches for twopence. The crier of Water Cresses frequently travels seven or eight miles before the hour of breakfast to gather them fresh; but there is generally a pretty good supply of them in Covent-garden market, brought, along with other vegetables, from the gardens adjacent to the Metropolis, where they are planted and cultivated like other garden stuff. They are, however, from this circumstance, very inferior from those that grow in the natural state in a running brook, wanting that pungency of taste which makes them very wholesome; and a weed very dissimilar in quality is often imposed upon an unsuspecting purchaser.

rose sauce cannon reverse

N.14.

Hot spiced gingerbread, sold in oblong flat cakes of one halfpenny each, very well made, well baked, and kept extremely hot, is a very pleasing regale to the pedestrians of London in cold and gloomy evenings.

sear canoe unseen reserve

ANNEX 1
REQUIREMENT

N.18.

Door-mats of all kinds, rush and rope, from sixpence to four shillings each, with Table Mats of various sorts, are daily cried through the streets of London.

crave savour concern

Figure III-11-9. Exemples de dimensions des caractères du tableau N

NEAR VISION ACUITY

SLOAN LETTERS

This chart should be held 16 inches (40 cm) from the eyes, at right angles to the line of vision, and illuminated with not less than 10 or more than 25 foot-candles of light (108–269 lux).

LINEAR
SNELLEN
SCALE

$\frac{20}{20}$

SOZCN HRVOK NOSCR
KZVZH DHZVN FSORC

$\frac{20}{25}$

KNVRO NVKDO KNVRO
VNKDZ HOZVK ROCNS

$\frac{20}{30}$

HSZVO HZVOD SRNHO
KDCZN KORHZ NSVDZ

$\frac{20}{40}$

CVORD OSKDR RKSOD
ROVDC RCOSN KVDZV

← Equivalent to N.5

$\frac{20}{60}$

HNZCO SRVDK RCOSN
KVCHD NHRVZ NKRVD

$\frac{20}{80}$

S O C Z N H R V D K N Z C O ← Equivalent to N.14

$\frac{20}{100}$

R N H S O K D C Z V O S

$\frac{20}{200}$

D O N V R C K

AERONAUTICAL CHART READING

Low altitude federal airways are indicated by centre line

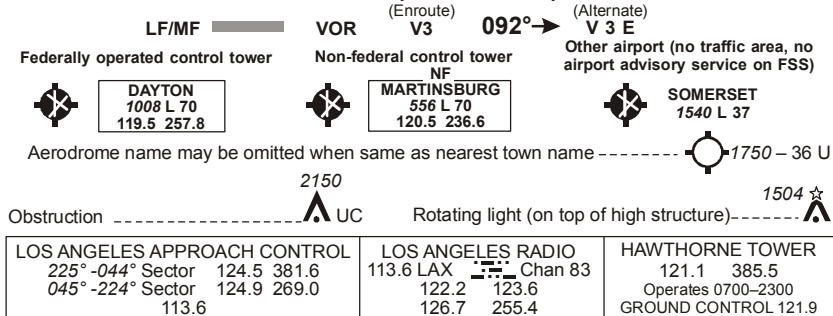


Figure III-11-10. Exemples d'un test de la vision rapprochée comportant des symboles aéronautiques

11.3.66 Les tableaux de test de la vision de près devraient être fabriqués dans un matériau durable, tel que du carton plastifié, qui peut être nettoyé afin de maintenir le contraste approprié entre les caractères et l'arrière-plan.

Tâches faisant intervenir la vue dans le poste de pilotage

11.3.67 Les principales tâches du pilote et du copilote qui font intervenir la vue (Figure III-11-11) sont les suivantes :

- a) tâches qui exigent une bonne vision à distance — tout ce qui se passe en dehors du poste de pilotage ;
- b) tâches qui exigent une bonne vision intermédiaire ou de près :
 - i) lecture des instruments du tableau de bord, du pilier des commandes et des affichages « tête haute » ;
 - ii) lecture des textes imprimés et manuscrits tenus en main.

11.3.68 Parmi les facteurs qui influencent la visibilité des objets dans le poste de pilotage, citons :

- a) la taille réelle des cadrans des instruments et des données affichées ;
- b) la taille et le contraste des symboles imprimés sur les cartes aéronautiques et topographiques et sur d'autres documents à lire ;
- c) la distance entre les yeux du pilote et l'objet regardé ;
- d) le niveau général d'éclairage du tableau de bord et la brillance des instruments éclairés ;
- e) les reflets des fenêtres et instruments du poste de pilotage ;
- f) une mauvaise conception du poste de pilotage et un mauvais placement des instruments ;
- g) l'utilisation de lunettes de soleil.

11.3.69 En ce qui concerne l'équipage de conduite, les facteurs importants sont toute erreur de réfraction présente et le degré de presbytie. Les jeunes individus ayant une large réserve d'accommodation n'auront besoin que d'une correction de la vision à distance, le cas échéant. Les individus plus âgés (ou les hypermétropes sans verres de correction, qui doivent utiliser une partie de leur capacité d'accommodation pour compenser l'hypermétropie) auront besoin d'une forme de lunettes de lecture. En général, les principes ordinaires régissant les prescriptions pour la presbytie seront d'application et, si des lunettes de lecture sont requises, la correction prescrite sera telle qu'elle laissera à la personne l'usage d'environ la moitié de sa capacité d'accommodation.

11.3.70 Des problèmes spécifiques se posent pour les pilotes presbytes ayant besoin de verres bifocaux lorsqu'ils doivent lire des instruments situés au-dessus de leur tête. La résolution de ce problème est abordée ci-après.



Figure III-11-11. Distances auxquelles doivent être accomplies les tâches visuelles dans le poste de pilotage

11.4 AIDES VISUELLES

11.4.1 Les paragraphes de l'Annexe 1 qui traitent des conditions de vision exigées pour l'octroi de licences établissent que, si la norme d'acuité visuelle à distance n'est obtenue qu'au moyen de lentilles correctrices, le candidat pourra être déclaré apte à condition qu'il porte ces lentilles correctrices lorsqu'il exerce les privilèges de la licence ou de la qualification sollicitée ou détenue et à condition qu'une paire de lunettes correctrices appropriées de réserve soit à sa portée. L'Annexe 1 établit également que si, pour satisfaire aux conditions de vision intermédiaire ou rapprochée, le candidat doit porter des lentilles correctrices, il pourra être déclaré apte à condition d'avoir de telles lentilles à sa portée lorsqu'il exerce les privilèges de la licence ou de la qualification sollicitée ou détenue. Dans ce cas aussi, une paire de lunettes correctrices appropriées de réserve doit être à portée de main.

Verres correcteurs

11.4.2 Beaucoup de personnes sont réticentes à l'idée de porter des lunettes parce que cela laisse penser qu'elles « ont un problème aux yeux » ou qu'elles « vieillissent ». Ce préjugé naturel contre l'utilisation de lunettes se rencontre parmi les pilotes, en particulier concernant la correction de la vision à distance. L'usage croissant de lunettes ainsi que les améliorations apportées à la conception et à la fabrication des montures et des verres et les techniques publicitaires de ceux qui les fabriquent et les vendent ont rendu le port de lunettes beaucoup plus acceptable aujourd'hui que ce n'était le cas il y a quelques années. Les personnes suffisamment mûres pour occuper un poste de responsabilité comportant la maîtrise d'un aéronef ont généralement suffisamment de maturité pour comprendre qu'une bonne vision à distance et une bonne vision rapprochée sont essentielles pour la sécurité aérienne.

Prescription de lunettes

11.4.3 Un candidat qui a une acuité visuelle non corrigée normale et une bonne réserve d'accommodation n'a pas besoin d'aides visuelles pour effectuer les tâches du poste de pilotage faisant intervenir la vue. Toutefois, beaucoup de pilotes, de contrôleurs de la circulation aérienne et de candidats à ces postes ne satisfont pas aux conditions de vision sans lunettes ou lentilles de contact. Il est donc utile que le médecin-examineur ait une certaine connaissance de ces dispositifs optiques. Les verres des lunettes modernes de faible puissance peuvent fournir, sans distorsion, une excellente correction des erreurs de réfraction courantes. Malheureusement, plus la puissance du verre augmente, plus les aberrations optiques rencontrées dans tout système optique deviennent significatives. Ces aberrations comprennent l'aberration sphérique, l'aberration chromatique, le coma⁴, l'astigmatisme d'incidence oblique, la courbure de champ et la distorsion. Il n'est pas important de connaître les détails de ces aberrations, mais il faut savoir que la dégradation de l'image peut devenir significative avec des puissances des verres supérieures à 5 dioptries et très significatives au-delà de 10 dioptries. Mises à part ces aberrations, des problèmes peuvent résulter d'un mauvais placement des lunettes. En voici les principaux :

- a) effets de prisme induits par l'inclinaison latérale des lunettes ou par le décentrage des verres, faisant que la personne ne regarde pas au travers des centres optiques de chaque verre ;
- b) placement incorrect des segments de lecture dans les verres multifocaux ;
- c) distance incorrecte des verres par rapport aux yeux de la personne. La puissance effective d'un verre dépend de sa distance par rapport à l'œil.

4 Coma : aberration de l'image d'une source-point formée hors de l'axe principal d'un système optique. Elle consiste en un étalement de l'image dans un plan approximativement à angles droits par rapport à l'axe optique, ce qui produit une sorte de « queue de comète ».

11.4.4 Toutes les erreurs de réfraction ne nécessitent pas une correction. Un jeune hypermétrope ayant une large réserve d'accommodation peut avoir une excellente vision à distance et de près et n'aura besoin d'aucune correction. De légers degrés d'astigmatisme ne requièrent parfois aucune correction. La myopie autre que minime va réduire l'acuité visuelle à distance et requerra une correction de la vision à distance. La décision de prescrire des lunettes ou des lentilles de contact pour un aviateur devrait être prise par un ophtalmologiste connaissant bien les exigences de vision requises pour les tâches aéronautiques.

11.4.5 Un jeune individu ayant besoin de lunettes pour la vision à distance n'aura aucun problème pour lire avec ces lunettes, mais lorsqu'une presbytie importante s'installera il aura besoin d'une prescription différente pour la vision rapprochée.

Gestion de la presbytie

11.4.6 Lorsqu'un sujet emmétrope devient presbyte, il a besoin de lunettes de lecture. Pour les pilotes, les verres « entiers » ordinaires ne sont pas acceptables parce qu'ils brouillent la vision à distance. Ce qu'il faut, ce sont des lunettes dites « demi-lune ». Souvent, les lunettes de lecture ne seront pas nécessaires tout le temps mais uniquement pour regarder des cartes aéronautiques ou topographiques ainsi que pendant les procédures de décollage et d'atterrissage, en particulier la nuit. De telles lunettes doivent être tenues à portée de main, comme l'exige l'Annexe 1.

11.4.7 Une personne myope développera une presbytie comme n'importe qui d'autre, mais pourra généralement bien se débrouiller en retirant ses lunettes (de vision à distance) pour lire. Comme cette pratique n'est pas acceptable pour les membres d'équipage de conduite lorsqu'ils sont en vol, il faut une forme de correction multifocale.

11.4.8 L'hypermétrope développera les symptômes de la presbytie plus tôt que les individus atteints d'autres erreurs de réfraction, parce qu'une partie de sa réserve d'accommodation est utilisée pour compenser l'hypermétropie. Cette situation requerra une correction multifocale.

11.4.9 Il convient de noter que, conformément à l'Annexe 1, un pilote doit prouver qu'une seule paire de lunettes est suffisante pour répondre à toutes les exigences d'acuité visuelle. L'utilisation de lunettes distinctes pour la vision à distance et pour la vision rapprochée n'est pas acceptable, en raison des problèmes que peut poser le changement d'une paire de lunettes à l'autre pendant une phase critique de vol.

11.4.10 Les verres multifocaux sont bien tolérés par la plupart de ceux qui les essaient et sont disponibles sous différentes formes. Voir la Figure III-11-12. Les formes les plus utiles pour l'environnement aéronautique sont les suivantes :

- a) *Verres bifocaux* — le segment du dessus a une correction de la vision à distance, le segment inférieur, une correction pour la vision rapprochée. Il vaut mieux que la taille, la forme et la position du segment de lecture soient déterminées par un orthoptiste connaissant bien les conditions requises pour la certification médicale.
- b) *Verres trifocaux* — le segment supérieur comporte la correction de la vision à distance, le segment inférieur, la correction pour la lecture et le segment du milieu, une correction pour les distances intermédiaires, requises notamment pour la lecture des tableaux de bord, qui peuvent se situer à un mètre ou plus par rapport aux yeux du pilote.
- c) *Verres multifocaux progressifs* — généralement appelés *verres progressifs* — sont aussi qualifiés de « bifocaux invisibles ». Ils sont de plus en plus utilisés pour la correction de la presbytie et leur esthétique les a rendus populaires parce qu'il n'y a pas de ligne visible à travers le verre. La partie supérieure du verre comporte la correction de la vision à distance. À partir du centre du verre, la puissance augmente progressivement vers le bas du verre. La partie la plus basse du verre a la correction de lecture, de sorte qu'il existe une transition graduelle depuis la partie avec correction de la

vision à distance jusqu'à la portion de lecture, sans la ligne de séparation et sans le saut prismatique que l'on connaît dans les lunettes bifocales et trifocales ordinaires. En théorie, une partie du verre offre une correction optimale pour toute distance entre l'infini et la distance requise pour la lecture. Malheureusement, tous les verres multifocaux progressifs ont des zones périphériques de distorsion des deux côtés de chaque verre, ce qui rend le canal dit de progression relativement étroit, en particulier dans les verres de lecture aux puissances de correction élevées. Lorsque ces verres ont été introduits il y a une trentaine d'années, on a craint que ces zones de distorsion périphériques ne posent problème aux pilotes pendant le décollage et l'atterrissage. Ce ne fut pas le cas : les verres multifocaux progressifs peuvent être utilisés en toute sécurité par les pilotes, même si certains n'aiment pas la distorsion périphérique et choisissent de ne pas les porter.

11.4.11 Aux premiers stades de la presbytie, les lunettes bifocales donnent de bons résultats dans le poste de pilotage. La partie supérieure du verre est utilisée pour la vision à distance et pour le tableau de bord, tandis que la partie inférieure sert pour la lecture et pour toute autre tâche nécessitant la vision rapprochée. À mesure que la presbytie augmente, le tableau de bord n'est plus perçu clairement à travers le segment supérieur des bifocales et il faut une correction pour la vision intermédiaire. La solution est le port de verres trifocaux ou multifocaux progressifs.

11.4.12 En règle générale, la puissance de la portion intermédiaire d'un trifocal correspond à la moitié de la correction du segment inférieur ou de la partie inférieure de multifocaux progressifs. Par exemple, si un bifocal a une addition de +2,00 dioptries pour la lecture, la puissance de la partie intermédiaire serait de +1,00 dioptrie. Comme l'indique la mention « add⁵ », ces puissances sont simplement ajoutées à toute prescription pour la partie supérieure du verre, c.-à-d. à la correction de la vision à distance.

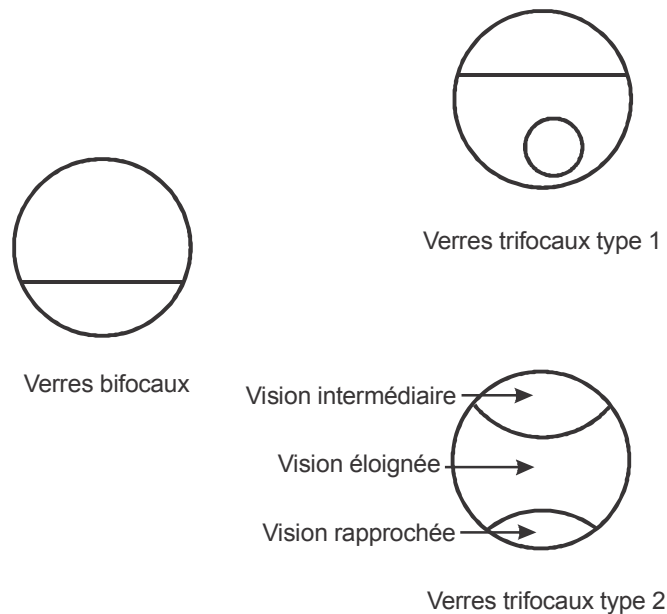


Figure III-11-12. Exemples de verres multifocaux utiles en aviation

5 Add. : abréviation du latin *addetur* — à ajouter, utilisée dans les prescriptions de lunettes.

11.4.13 Les verres bifocaux et trifocaux standard donnent généralement de bons résultats dans le poste de pilotage. Si des problèmes se posent avec les distances focales requises, ces distances doivent être mesurées dans l'aéronef ou dans un simulateur et il faut communiquer ces valeurs à l'ophtalmologiste afin que celui-ci puisse prescrire les corrections appropriées. Le montage correct des multifocaux est crucial. Si le segment de lecture est placé trop haut, il gênera la vision à distance. S'il est placé trop bas, celui qui les porte devra relever le menton à un niveau peu confortable pour pouvoir lire.

11.4.14 Bien que ce ne soit pas idéal d'un point de vue ergonomique, la plupart des avions modernes sont équipés d'un grand nombre d'instruments et de commutateurs situés sur des panneaux placés au-dessus de la tête des pilotes. Pour un pilote presbyte, cela peut poser problème. Si nécessaire, des « multifocaux de fonction » spéciaux peuvent être utilisés, comportant, dans la partie supérieure du verre, un petit segment doté d'une correction appropriée à la distance de lecture du tableau plafond.

11.4.15 Chez les pilotes presbytes qui portent des multifocaux progressifs, le problème de la lecture du tableau plafond peut être résolu grâce aux nouveaux prismes bifocaux collables sur la partie supérieure du verre multifocal. Les multifocaux progressifs ne sont pas disponibles avec un ajout progressif dans la partie supérieure du verre.

11.4.16 Il convient de souligner que les verres multifocaux ordinaires peuvent satisfaire à presque tous les besoins visuels des pilotes âgés. Moyennant une communication adéquate entre le pilote et l'orthoptiste, il est presque toujours possible de fournir des lunettes fonctionnelles et confortables.

11.4.17 Les symptômes de la presbytie apparaissent graduellement et, aux premiers stades, la personne n'éprouvera des difficultés à lire qu'en cas de fatigue, de faible niveau de clarté ou de mauvaise qualité d'impression. Un pilote aux premiers stades de la presbytie peut n'éprouver aucune difficulté à lire les cartes aéronautiques et topographiques à la pleine lumière du jour, mais tel n'est pas le cas lorsque la clarté diminue. Il faut dès lors fournir des lunettes de lecture aux pilotes dès qu'ils deviennent presbytes, plutôt que d'attendre qu'ils aient du mal à lire les petits caractères dans des conditions de bon éclairage.

11.4.18 Le médecin-examineur doit savoir que l'Annexe 1 exige que les pilotes aient une paire de lunettes correctrices appropriée de réserve sous la main pendant l'exercice des privilèges de la licence ou de la qualification sollicitée ou détenue. Lorsque seule une correction de vision rapprochée est nécessaire, une seconde paire de lunettes correctrices pour vision rapprochée sera gardée à portée de main pour utilisation immédiate.

Lentilles de contact

11.4.19 Même si le choix de porter des lentilles de contact répond habituellement à un souci d'esthétique, ces lentilles présentent d'importants avantages visuels par rapport à des lunettes. Ainsi, elles améliorent le champ visuel et éliminent ou réduisent nettement les aberrations mentionnées ci-dessus. Pour les candidats ayant d'importantes erreurs de réfraction, les lentilles de contact fournissent généralement une meilleure fonction visuelle que les lunettes.

11.4.20 Les lentilles de contact modernes souples (hydrophiles) et les lentilles de contact rigides, perméables au gaz, peuvent être portées, avec des résultats satisfaisants, par de nombreuses personnes présentant des erreurs de réfraction sphériques et astigmatiques. Les anciennes lentilles rigides en polyméthylméthacrylate (PMMA), non perméables au gaz, qui provoquaient des problèmes de brouillage de la vision, ont quasi totalement disparu. Il existe des lentilles de contact bifocales, mais elles ont bien moins de succès que les lentilles unifocales ordinaires et ne sont pas acceptables pour les pilotes.

11.4.21 Même la meilleure lentille de contact reste un corps étranger dans l'œil et elle interfère d'une certaine manière avec la physiologie normale de la cornée. Le port de lentilles de contact est associé à des risques légers mais définis, notamment l'abrasion de la cornée, une réaction allergique aux solutions utilisées pour les lentilles de contact, le développement d'une néo-vascularisation de la cornée, la conjonctivite, une ulcération de la cornée et des infections oculaires.

11.4.22 Néanmoins, après avoir établi qu'un candidat a reçu les lentilles adaptées à son cas et qu'il peut les manipuler et les porter sans problèmes pendant une période suffisante pour les tâches aéronautiques qu'il doit accomplir, on peut autoriser ce candidat à utiliser des lentilles de contact plutôt que des lunettes.

11.4.23 La disponibilité de verres à indice élevé permet de fournir aux personnes ayant d'importantes erreurs de réfraction des verres correcteurs qui provoquent moins de distorsions et d'interférences dans le champ visuel périphérique que les lunettes conventionnelles. Chez certains candidats, cependant, les erreurs de réfraction sont si importantes que les lunettes requises provoqueraient des aberrations inacceptables et/ou des limitations du champ visuel. Dans ces cas, l'utilisation de lentilles de contact peut être exigée, c.-à-d. que le candidat pourra piloter en portant des lentilles de contact mais pas en portant des lunettes. Dans une telle situation, le candidat doit avoir une paire de lentilles de contact de rechange à portée de main lorsqu'il exerce les privilèges de sa licence. En plus d'une paire de lentilles de contact de rechange, les candidats répondant aux conditions requises moyennant le port de lentilles de contact mais pas de lunettes doivent avoir à leur disposition une paire de lunettes (de préférence avec des verres à fort indice de réfraction) pour utilisation en cas d'urgence lorsqu'il pourrait être impossible d'insérer les lentilles de contact de rechange.

11.4.24 Les candidats qui portent avec succès des lentilles de contact ne doivent pas faire mesurer régulièrement leur acuité visuelle non corrigée, à condition que l'on connaisse les dates récentes de leurs prescriptions de lentilles de contact. La stabilité de la prescription de lentilles de contact indique qu'il n'y a pas de modification significative de l'acuité visuelle à distance non corrigée.

11.4.25 La technique monovision est une façon de traiter la presbytie chez un individu qui utilise des lentilles de contact pour la vision à distance et ne souhaite pas porter des lunettes de lecture tout en portant ses lentilles de contact. Elle consiste à corriger la vision à distance de l'œil dominant et la vision rapprochée de l'œil dominé. Cette technique n'est pas acceptable pour les pilotes, parce qu'elle réduit l'acuité visuelle à distance dans l'œil dominé.

11.4.26 Certains contrôleurs de la circulation aérienne portent des lentilles de contact pendant qu'ils travaillent à leurs écrans, mais ont besoin de lunettes pour corriger leur vision à distance tout en portant les lentilles de contact.

11.4.27 La faible humidité relative des aéronefs peut affecter les lentilles de contact souples et réduire le temps pendant lequel elles peuvent être portées. Dans certains cas, l'utilisation de larmes artificielles sans agents conservateurs peut être souhaitable s'il s'agit d'un vol long. Les larmes artificielles qui contiennent des agents conservateurs peuvent être irritantes lorsqu'elles sont utilisées avec des lentilles de contact ; il vaut donc mieux les éviter.

11.4.28 Dans tous les cas d'utilisation de lentilles de contact, un suivi régulier approprié par un ophtalmologiste qualifié est requis.

Lunettes de soleil

11.4.29 Des lunettes de soleil sont utiles et souvent nécessaires pour réduire l'éblouissement et l'inconfort dans des environnements brillants, en particulier au-dessus des nuages. Outre qu'elles réduisent l'éblouissement en diminuant la transmission du spectre visible, les lunettes de soleil pour usage général devraient aussi protéger des rayons ultraviolets (UV).

11.4.30 Les UV sont subdivisés un peu arbitrairement en trois bandes, selon leur longueur d'onde : les UVA, de 400 à 320 nm, les UVB, de 320 à 290 nm et les UVC, de 290 à 200 nm. Très peu d'UVC sont présents dans la lumière solaire terrestre, sauf à de hautes altitudes, mais d'importants rayonnements UVA et UVB atteignent la surface de la terre. Les UVB sont les plus importants en termes d'effets néfastes sur les systèmes biologiques. Le niveau d'UVB est largement réglé par l'ozone atmosphérique. L'ozone (O₃) est un gaz présent partout dans l'atmosphère mais surtout concentré dans une couche (« l'ozonosphère ») située entre 15 et 50 km au-dessus de la surface terrestre, où sa concentration atteint environ une molécule par deux millions, soit 0,5 ppm.

11.4.31 Certains craignent que les pilotes soient exposés à des niveaux dangereux d'UV en raison de la diminution de l'ozone stratosphérique induite par les chlorofluorocarbures (CFC) à des altitudes de 25 à 100 km, où la plupart des UV sont normalement absorbés lorsque la couche d'ozone est intacte. Des mesures réalisées dans les postes de pilotage ont montré que les vitres des aéronefs fournissent une excellente protection contre les UV, même à des altitudes élevées.

11.4.32 Toutefois, la lumière visible dans la partie bleue du spectre (400 à 500 nm) peut provoquer certains dégâts au niveau de la rétine, en particulier chez les individus âgés. La quantité de lumière bleue augmente avec l'altitude et 50 à 60 % de cette lumière sont transmis à travers une vitre de poste de pilotage de 3 cm d'épaisseur. Les pilotes sont donc exposés à plus de lumière bleue que les individus au sol. On ne sait pas si cette exposition à la lumière bleue est nocive, mais il est prudent de recommander que les pilotes portent des lunettes de soleil, surtout lorsqu'ils volent face au soleil à des altitudes élevées.

11.4.33 Les effets nocifs des rayons UV pour la peau et les yeux sont bien connus. Au niveau des yeux, les UV (surtout les UVB) provoquent, entre autres, une photokératite (cécité des neiges), un ptérygion, une kératopathie bulleuse climatique, la cataracte et, éventuellement, un mélanome intra-oculaire. Il convient de souligner que les risques d'exposition aux rayons UV sont beaucoup plus grands sur la plage que dans tout poste de pilotage à haute altitude.

11.4.34 La couleur des lunettes de soleil et le fait qu'elles soient plus ou moins foncées relèvent généralement des préférences personnelles. Toutefois, des lunettes teintées altèrent la perception des couleurs. Des lunettes à verres gris neutre, qui réduisent l'éblouissement général sans altérer la couleur des objets regardés, sont le seul type de lunettes de soleil acceptable dans l'environnement aéronautique. Il existe beaucoup de types de lunettes de soleil, y compris avec des teintes dégradées : sombres dans la partie supérieure du verre et claires dans la partie inférieure. Outre le critère de la teinte, de bonnes lunettes de soleil absorbent au moins 95 % des UVB ; les lunettes de grande qualité offrent une absorption de 99 % des UVB et de presque tout le rayonnement UVA.

11.4.35 Les propriétés d'absorption des rayons UV sont distinctes de la couleur des verres, de sorte qu'il est possible d'avoir des lunettes très foncées offrant peu de protection contre les UV et inversement. Lors du choix de lunettes de soleil, il faut éviter les teintées très sombres, parce qu'elles rendent difficile la lecture des instruments du poste de pilotage (une absorption de jusqu'à 85 % de la lumière visible est appropriée). Des lunettes de soleil polarisantes ne sont pas acceptables pour les pilotes en raison des reflets perturbants de certains verres et plastiques stratifiés. Les lentilles photochromiques s'assombrissent rapidement et automatiquement en fonction de la brillance de la lumière ambiante. Par contre, le processus d'éclaircissement est lent et ces lunettes ne sont dès lors pas recommandées pour les pilotes parce qu'elles n'augmentent pas suffisamment vite la transmission de lumière lorsque, en vol, on passe d'une lumière ambiante intense à des conditions plus sombres.

11.4.36 Les lunettes teintées, achetées sur prescription ou en vente libre, ne sont destinées qu'à un usage de jour et entraînent une grave réduction de la performance visuelle si elles sont utilisées dans des conditions crépusculaires ou sombres.

Aphakie

11.4.37 L'aphakie est l'absence de cristallin dans l'œil. Cette situation résulte souvent d'une chirurgie de la cataracte, mais elle peut parfois se produire à la suite d'un traumatisme non chirurgical. Le retrait du cristallin réduit la puissance de réfraction de l'œil d'environ 20 dioptries, ce qui laisse l'œil plus ou moins hypermétrope, en fonction de l'erreur de réfraction d'origine. Chez les personnes présentant des degrés élevés de myopie, le retrait du cristallin réduit ou abolit la myopie, de sorte que le retrait chirurgical du cristallin normal, clair, a été pratiqué pour traiter de fortes myopies. Dans la plupart des cas, le cristallin est retiré en raison de la présence d'une cataracte et une correction optique sera requise, sous la forme de lunettes, de lentilles de contact, de lentilles intra-oculaires ou d'une combinaison de ces moyens.

Correction de l'aphakie par le port de lunettes

11.4.38 Chez la plupart des patients aphakiques, les verres correcteurs sont si forts que l'agrandissement, la distorsion et la perte de champ visuel périphérique induits excluent leur utilisation dans l'environnement aéronautique. Quelques exceptions peuvent être tolérées pour des patients précédemment très myopes, dont les lunettes pour aphakiques sont de puissance faible à modérée mais, en règle générale, les lunettes pour aphakiques sont inacceptables pour les pilotes ou les contrôleurs de la circulation aérienne.

Lentilles de contact pour aphakie

11.4.39 Presque tous les problèmes optiques liés aux lunettes pour aphakiques peuvent être évités par l'utilisation de lentilles de contact. Beaucoup de patients aphakiques obtiennent une vision à distance bonne à excellente grâce à des lentilles de contact, et certains n'auront besoin que de lunettes de lecture en plus des lentilles de contact. Certains patients aphakiques auront besoin de lunettes multifocales pour obtenir une correction optimale de la vision à distance et de la vision rapprochée.

11.4.40 Avec les techniques actuelles de chirurgie de la cataracte, la cicatrisation et le rétablissement de la vision sont rapides et un œil peut être prêt pour le port de lentilles de contact six à huit semaines après l'intervention chirurgicale. Des procédures adéquates d'adaptation des lentilles de contact et des examens appropriés de suivi par un ophtalmologiste qualifié revêtent une importance toute particulière pour les porteurs de lentilles de contact pour aphakiques. Les candidats aphakiques, comme tout porteur ordinaire de lentilles de contact, doivent démontrer une adaptation satisfaisante aux lentilles de contact avant d'être pris en considération pour des fonctions dans l'environnement aéronautique.

11.4.41 Les individus aphakiques à un seul œil qui utilisent une lentille de contact pour cet œil et des lunettes ou aucune correction pour l'autre œil ne pourront en général pas porter de lunettes de correction pour les deux yeux en raison de l'importante anisométrie. Ils devront avoir une lentille de contact de rechange et une paire de lunettes de rechange sous la main lorsqu'ils exerceront les privilèges de leur licence.

Implantations intra-oculaires pour aphakie

11.4.42 Le fait de placer une lentille artificielle dans l'œil après retrait de la cataracte s'appelle la pseudophakie. C'est maintenant la méthode privilégiée pour traiter la cataracte chez les adultes. Les premières lentilles intra-oculaires ont été utilisées dans les années 1940. Depuis, de nombreuses modifications ont été apportées à la conception et à la fabrication de ces lentilles et aux techniques chirurgicales d'insertion. En général, les lentilles privilégiées se placent derrière l'iris, dans la capsule du cristallin, après retrait de la zone corticale et du nucléus atteints de cataracte. Ces lentilles intra-oculaires de la chambre postérieure fournissent la meilleure correction optique possible et beaucoup de patients ont une bonne vision à distance sans correction supplémentaire. La plupart des patients ayant des lentilles intra-oculaires n'ont pas besoin de lunettes, que ce soit des lunettes de lecture ou des multifocales, pour atteindre la meilleure correction de la vision à distance et de la vision rapprochée. Il existe des lentilles intra-oculaires multifocales, mais les résultats visuels obtenus avec ces lentilles sont moins satisfaisants que ceux qu'offrent les lentilles intra-oculaires unifocales. Seules les lentilles intra-oculaires unifocales sont considérées comme appropriées pour utilisation dans l'environnement aéronautique.

11.4.43 Le taux de succès de la chirurgie de la cataracte avec implantation d'une lentille intra-oculaire est excellent et les nouvelles techniques utilisant des lentilles souples permettent de pratiquer de petites incisions ne requérant pas de suture, de sorte que l'astigmatisme induit par l'intervention est réduit et que le rétablissement de la vue est rapide. Beaucoup de patients voient bien dès le lendemain de l'intervention et la plupart ont une réfraction stable six à huit semaines plus tard.

11.4.44 Les complications chirurgicales courantes se produisant après toute opération qui implique une incision dans l'œil se rencontrent dans la chirurgie d'implantation de lentilles intra-oculaires, mais leur incidence est bien plus faible

que dans les anciennes techniques de chirurgie de la cataracte. Un des problèmes les plus fréquents après les techniques ambulatoires actuelles est l'opacification de la partie postérieure de la capsule du cristallin, qui peut intervenir des semaines, voire des années, après l'intervention. Cette opacification réduit la vision, mais elle se traite facilement par capsulotomie au laser YAG⁶. Ce traitement au laser est assorti d'un très faible taux de complications, se pratique en quelques minutes sous anesthésie topique et permet en général un retour rapide de la vision.

11.4.45 Vu le taux de succès élevé de la chirurgie de la cataracte avec implantation de lentilles intra-oculaires, les patients se voient offrir cette chirurgie à un stade précoce du développement de la cataracte. Les médecins-examineurs verront donc de plus en plus de candidats ayant subi une telle intervention chirurgicale.

Chirurgie réfractive

11.4.46 La correction chirurgicale d'erreurs de réfraction connaît un développement spectaculaire et les progrès technologiques sont fréquents. Le but est généralement de permettre au patient de se passer de lunettes ou de lentilles de contact. Actuellement, la chirurgie réfractive est largement utilisée pour corriger des erreurs de réfraction d'un degré qui, jadis, empêchait les candidats d'obtenir la certification médicale requise pour travailler dans l'environnement aéronautique.

11.4.47 Il est toutefois rarement justifié qu'un candidat se soumette à une chirurgie réfractive pour répondre aux conditions de vision et il est important que les candidats le comprennent.

11.4.48 Il n'est pas important que le médecin-examineur connaisse en détail les techniques chirurgicales, mais une certaine connaissance générale peut être utile. La chirurgie réfractive est un domaine en pleine évolution, dans lequel différentes techniques ont été testées. Voici certaines des techniques les plus utilisées :

- a) Extraction du cristallin (CLE) ;
- b) Kératotomie radiaire (RK) ;
- c) Kératotomie astigmatique (AK) ;
- d) Kératoplastie lamellaire automatisée (ALK) ;
- e) Photokératectomie réfractive (PRK) ;
- f) Kératomileusis in-situ assisté par laser (LASIK) ;
- g) Thermokératoplastie au laser (LTK) ;
- h) Segment d'anneau cornéen intrastromal (ICR).

Extraction du cristallin (CLE)

11.4.49 La chirurgie de la cataracte étant devenue plus sûre et livrant d'excellents résultats, on pratique de plus en plus l'extraction du cristallin avec implantation de lentilles intra-oculaires de faible puissance chez les individus atteints de forte myopie.

6 YAG : grenat d'yttrium-aluminium

Kératotomie radiaire (RK)

11.4.50 La kératotomie radiaire est utilisée pour corriger la myopie et l'astigmatisme. Une lame diamantée est utilisée pour pratiquer une série d'incisions radiaires dans la cornée. Ces incisions doivent traverser presque toute l'épaisseur de la cornée. Le nombre et l'orientation de ces incisions sont déterminés par l'erreur de réfraction. La partie centrale de la cornée n'est pas traitée, ce qui laisse intacte une zone optique d'environ 4 ou 5 mm de diamètre. Les incisions et leur guérison subséquente entraînent un aplatissement de la cornée, avec réduction de la myopie et de l'astigmatisme.

Kératotomie astigmatique (AK)

11.4.51 Cette technique est similaire à la RK mais les incisions peuvent ne pas être radiaires. Elle se pratique en tant que procédure primaire ou secondaire pour corriger un astigmatisme résiduel ou induit après d'autres interventions de chirurgie réfractive, de chirurgie de la cataracte ou après un traumatisme cornéen.

Kératoplastie lamellaire automatisée (ALK)

11.4.52 Cette procédure peut être utilisée pour corriger des degrés faibles à modérés d'hypermétropie. Une partie de la cornée centrale est retirée avec un microkératome. La partie de la cornée enlevée est refaçonnée puis recousue sur l'œil.

Photokératectomie réfractive (PRK)

11.4.53 Dans cette procédure, un laser excimer émettant dans la partie ultraviolette du spectre électromagnétique est utilisé pour retirer une partie de la cornée centrale. La taille et la forme du disque de tissu à éliminer sont calculées à partir de l'erreur de réfraction avant l'opération. La myopie et l'astigmatisme sont les cas qui se prêtent le mieux à la PRK, mais l'hypermétropie peut aussi être traitée avec succès.

Kératomileusis in-situ au laser (LASIK)

11.4.54 Aussi appelée kératomileusis intrastromal assisté par laser, cette procédure est la plus utile pour les degrés élevés de myopie. Un microkératome est utilisé pour couper un rabat dans la partie centrale de la cornée. Ce rabat est soulevé et le laser excimer est utilisé pour remodeler les couches internes du stroma de la cornée. Le remodelage terminé, le rabat cornéen est repositionné. Par rapport à la PRK, cette procédure permet un rétablissement rapide de la vue, une meilleure prévisibilité et moins de soucis d'éblouissement. Toutefois, le déplacement du rabat est une complication bien connue du LASIK. Il peut se produire des mois après la procédure, parfois parce que le patient s'est frotté les yeux trop vigoureusement. Souvent, le rabat peut être replacé chirurgicalement. Un déplacement simultané du rabat aux deux yeux est improbable, mais il serait incapacitant. Après réussite de la chirurgie au laser, les cornées paraissent normales à l'examen clinique ordinaire, mais il est possible de détecter le remodelage en mesurant les courbures de la surface cornéenne au moyen d'une kératographie (topographie de la cornée).

Thermokératoplastie au laser (LTK)

11.4.55 Un laser YAG-Holmium est utilisé pour induire un rétrécissement du stroma cornéen en une série de points (généralement huit) le long d'un cercle. Ce cercle est placé près du limbe cornéen pour traiter l'hypermétropie et plus vers le centre de la cornée pour traiter la myopie.

Segment d'anneau cornéen intrastromal (ICR)

11.4.56 Une bande étroite de matière plastique est placée dans le stroma cornéen périphérique, pour former un anneau qui modifie la courbure de la cornée sans invasion chirurgicale du centre de la cornée. Cette procédure présente l'avantage d'être réversible.

Problèmes posés par la chirurgie réfractive

11.4.57 Une expérience considérable de la chirurgie réfractive a été acquise dans le monde entier. Le taux de succès est élevé, certaines séries signalant que plus de 95 % de patients atteints d'erreurs de réfraction faibles à modérées ont atteint une acuité visuelle non corrigée de 6/12 (20/40, 0,5), voire mieux.

11.4.58 Les complications consécutives à une chirurgie réfractive sont rares, mais une longue liste de problèmes a été établie, dont des infections post-opératoires, une perte de la meilleure acuité visuelle corrigée et la cécité.

11.4.59 Les risques les plus importants, d'un point de vue aéronautique, sont la perte de la meilleure acuité visuelle corrigée, la sous-correction ou la sur-correction, la fluctuation de la vision selon le moment de la journée, l'éblouissement, des effets de « halo » ou d' « étoile rayonnante » dus à une opacité cornéenne, une perte de la sensibilité au contraste, une perte de l'acuité visuelle à faible contraste et une régression vers les niveaux de réfraction pré-opératoires.

11.4.60 Chez des patients ayant subi une RK, d'importantes modifications de la réfraction au cours de la journée ont été signalées jusqu'à quatre ans après l'intervention, mais ces problèmes sont rares et la grande majorité des patients voient bien dans les jours ou les semaines suivant l'intervention chirurgicale.

11.4.61 Le rétablissement de la vision après PRK et LASIK est en général plus rapide qu'après les autres procédures et ces interventions au laser excimer ont en grande partie remplacé les RK, bien que ces dernières restent indiquées dans des cas spécifiques.

11.4.62 Les procédures PRK et LASIK ne laissent généralement pas de cicatrices visibles sur la cornée, de sorte qu'il est aisé pour les candidats de cacher le fait qu'ils ont subi une chirurgie réfractive. Les médecins-examineurs devraient en être conscients, parce que les méthodes habituelles pour tester l'acuité visuelle ne révéleront pas l'altération de la sensibilité à faible contraste qui peut survenir après une chirurgie réfractive et qui peut entraver la performance visuelle dans l'environnement aéronautique.

11.4.63 Le taux de récupération, la prévisibilité et le taux de régression après chirurgie réfractive dépendent, dans une certaine mesure, de l'erreur de réfraction avant l'opération et du type de technique chirurgicale utilisé. Voici quelques éléments indicatifs concernant le délai minimum entre la fin de l'administration de gouttes ophtalmiques après chirurgie réfractive et la reprise de fonctions :

Erreur de réfraction préopératoire allant jusqu'à 6,00 D d'équivalent sphérique :

RK	3 mois
PRK	3 mois
LASIK	3 mois

Erreur de réfraction préopératoire de 6,00 à 10,00 D d'équivalent sphérique :

RK	6 mois
PRK	6 mois
LASIK	3 mois

Erreur supérieure à 10,00 D d'équivalent sphérique :

RK	6 mois
PRK	6 mois
LASIK	6 mois

11.4.64 Il convient de souligner que les candidats qui ont subi une chirurgie réfractive et sont pris en considération dans la perspective de la certification ou du renouvellement de la certification médicale devraient satisfaire aux critères suivants :

- a) Chirurgie sans complications.
- b) Vision stable.
- c) Absence d'opacité cornéenne et de plaintes d'éblouissement, de halos ou d'« images fantômes » (polyopie).
- d) Le résultat satisfait aux conditions de vision énoncées dans l'Annexe 1 et l'évaluation doit reposer sur des mesures faites par un ophtalmologiste qualifié, agréé par le Service de délivrance des licences.
- e) Des examens révisionnels doivent être effectués par un ophtalmologiste qualifié, six mois après la reprise de fonctions et tous les ans par la suite.

11.4.65 Les individus qui envisagent de subir une chirurgie réfractive doivent être informés des risques encourus. Il faut aussi leur expliquer qu'une telle intervention chirurgicale pourrait retarder leur retour à leurs fonctions de pilote ou de contrôleur de la circulation aérienne ou, si des complications survenaient, pourrait entraîner la perte définitive de la certification médicale.

11.5 CHAMPS VISUELS

11.5.1 Une bonne acuité visuelle est clairement indispensable pour assurer la sécurité dans l'environnement aéronautique, mais un champ visuel adéquat est tout aussi crucial. Pour piloter un aéronef en toute sécurité, il est impératif de bien se localiser dans l'espace et de bien localiser et évaluer le mouvement d'autres objets dans l'espace environnant.

11.5.2 Le champ visuel monoculaire est la portion de l'espace dans laquelle les objets sont vus par un œil immobile regardant droit devant lui. La visibilité d'un objet dans le champ visuel dépend de la taille de cet objet, de sa brillance, du contraste entre l'objet et le fond et de sa localisation dans le champ visuel. L'acuité visuelle diminue rapidement à mesure que l'on s'éloigne de la fovéa de la rétine. À dix degrés de la fovéa, l'acuité visuelle n'est que de 6/30 (20/100, 0,2).

11.5.3 Il est possible de mesurer l'étendue du champ visuel en utilisant des cibles de taille et de brillance différentes. Ainsi, le pouvoir séparateur des diverses parties de la rétine peut être déterminé et les résultats peuvent être reportés sur un graphique. Lorsque des cibles de tailles différentes sont utilisées pour déterminer le seuil du pouvoir séparateur et que les points où chaque cible devient juste visible sont reportés sur un graphique, on obtient, en joignant ces points, une série de courbes à peu près ovales, concentriques, appelées isoptères. Ces isoptères sont des lignes joignant des points d'égale sensibilité. Plus l'objet est grand, plus éloigné sera le point du champ visuel où il est perçu. Pour un œil normal, l'isoptère pour un objet test blanc de 3 mm rejoint des points à environ 95 degrés vers la tempe, 60 degrés vers le nez, 60 degrés vers le haut et 75 degrés vers le bas. Ces valeurs dépendent, dans une certaine mesure, de la configuration faciale du sujet. Un nez plus gros, des yeux enfoncés et des sourcils proéminents peuvent influencer la taille du champ. La Figure III-11-13 illustre les champs visuels monoculaire et binoculaire normaux.

11.5.4 Chez les humains et tous les animaux ayant les yeux positionnés vers l'avant, il y a un certain chevauchement du champ visuel de chaque œil, de sorte que le champ binoculaire a une zone centrale vue simultanément par les deux yeux, et des zones temporales falciformes, où la vision est uniquement monoculaire. L'intérêt du champ binoculaire est qu'il permet d'améliorer la perception de la profondeur et élimine la limitation du champ monoculaire causée par le nez.

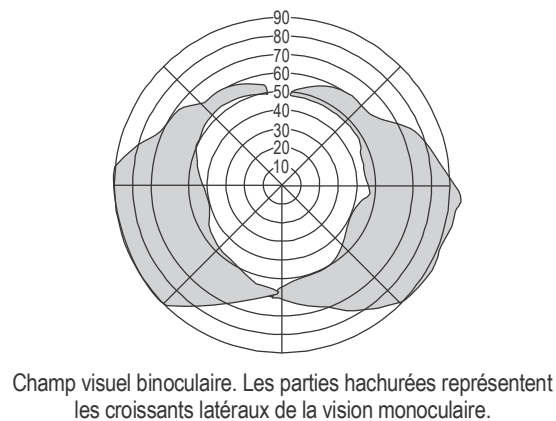
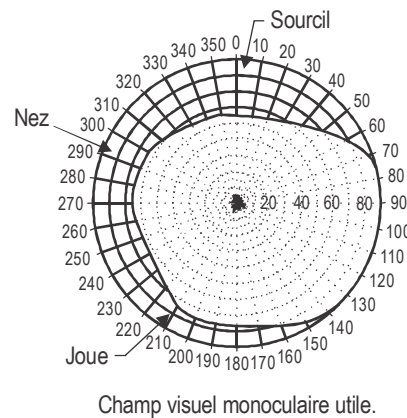


Figure III-11-13. Portée du champ visuel

11.5.5 L'intégrité du champ visuel revêt une importance particulière pour les pilotes et les contrôleurs de la circulation aérienne. Un pilote doit avoir conscience des autres aéronefs et des objets au sol tout en regardant les instruments du poste de pilotage ou des cartes aéronautiques. Le « flux périphérique » d'informations visuelles pendant l'arrondi est crucial pour mener à bien cette manœuvre.

11.5.6 Hormis des maladies spécifiques provoquant une perte de champ visuel, qui seront abordées dans la section suivante, les facteurs suivants peuvent avoir une incidence sur le champ visuel :

a) Facteurs mécaniques

La conception du pare-brise de l'aéronef, le cône du nez de l'avion et la conception des ailes, les équipements portés sur la tête, y compris les casques, masques à oxygène et montures de lunettes ou lignes délimitant les segments de verres multifocaux, sont quelques-unes des entraves à la vision.

b) Facteurs physiologiques

Des sources lumineuses très brillantes, tant naturelles qu'artificielles (par ex. émetteurs laser⁷), peuvent provoquer des post-images fortes générant des scotomes centraux temporaires. Certains lasers puissants peuvent provoquer des scotomes permanents et d'autres lésions oculaires. L'hypoxie peut, elle aussi, réduire le champ visuel périphérique et agrandir la tache de Mariotte normale. Ce phénomène survient rapidement et peut se déclencher à 1 000-1 500 m (3 280-4 921 ft) d'altitude.

11.5.7 En fonction de sa taille, de son emplacement et de sa densité, un scotome qui réduit le champ visuel du candidat peut grandement menacer la sécurité.

Méthodes d'examen

Méthode de la comparaison

11.5.8 La méthode de mesure du champ visuel la plus simple, mais la moins précise, est celle de la comparaison (méthode Donders⁸). Elle consiste, pour l'examineur, à comparer le champ visuel du candidat à son propre champ visuel. Le champ visuel de l'examineur doit être normal. Le champ visuel est mesuré pour chaque œil séparément. L'examineur et le candidat sont assis face à face à une distance d'environ 1 m (3 ft). L'œil gauche du candidat est caché. L'examineur ferme l'œil droit et chacun fixe l'œil exposé de l'autre. L'examineur bouge un doigt ou un petit objet test blanc monté sur une poignée depuis la périphérie extrême vers la ligne médiane dans un plan situé à mi-parcours entre l'examineur et le candidat et il note quand cet objet est visible pour la première fois. L'objet doit être perçu simultanément par le candidat. L'objet test devrait être amené au centre du champ et tout point de disparition et de réapparition doit être noté. Il faut tester les quatre quadrants du champ visuel en explorant au moins deux méridiens différents dans chaque quadrant. Le candidat doit être assis dos à la lumière et le fond derrière l'examineur doit être uniforme et sombre, si possible. Le test est répété pour l'autre œil du candidat en utilisant l'autre œil de l'examineur comme « contrôle ». Diverses modifications de cette méthode de comparaison peuvent être utilisées, comme compter des doigts dans chaque quadrant du champ visuel.

11.5.9 Si le test de comparaison indique une perte de champ ou s'il existe d'autres motifs de suspecter une perte de champ, comme la présence de glaucome, d'une pathologie de la rétine ou autre maladie oculaire, ou de problèmes neurologiques, il faut utiliser des méthodes plus précises.

Examen avec un écran tangentiel ou campimètre

11.5.10 Cette méthode est utile pour pratiquer un examen détaillé des 30 degrés centraux du champ visuel mais ne peut être utilisée pour évaluer le champ périphérique. Le campimètre est généralement un carré de feutre noir de 1,5 à 2 m, marqué d'un point central que l'œil doit fixer, écran sur lequel sont tracés les principaux méridiens séparés de 30 degrés. Le candidat est assis et ses yeux sont à 1 ou 2 m (5-6 ft) du centre de l'écran. S'il utilise normalement des lunettes ou des lentilles de contact pour la vision à distance, il doit les porter pendant cet examen. Chaque œil est testé séparément pendant que l'autre œil est caché.

11.5.11 L'éclairage de l'écran est normalement de 200 à 300 lux. Les objets tests sont des disques circulaires de 1 à 50 mm de diamètre, de couleur blanc mat d'un côté et noir mat de l'autre. Ils sont fixés au bout d'une longue baguette noir mat. Il existe aussi des objets tests éclairés sur pile et il y a des méthodes de projection.

7 Pour plus d'informations sur les émetteurs laser et leur effet sur la fonction visuelle, voir le *Manuel sur les émetteurs laser et la sécurité des vols* (Doc 9815 de l'OACI)

8 Du nom de Franciscus Cornelius Donders, médecin et ophtalmologiste néerlandais (1818-1889).

11.5.12 L'examineur surveille la fixation du candidat sur le point central de l'écran pendant que l'objet test est déplacé à des intervalles de 30 degrés depuis la périphérie vers le centre de l'écran. Le candidat indique quand il voit pour la première fois l'objet test et si celui-ci disparaît à un moment pendant le déplacement le long de chaque méridien testé. La tache de Mariotte est d'abord notée. Elle a environ 6 degrés de large et se situe dans le champ temporal entre 12 et 18 degrés du point de fixation. Pour un test de dépistage, un objet blanc de 3 mm de diamètre est satisfaisant et il devrait être vu dans toutes les parties de l'écran, sauf au niveau de la tache de Mariotte. Si un scotome est détecté, il peut faire l'objet d'un examen plus approfondi à l'aide d'objets cibles blancs de tailles différentes. Pendant le test, l'examineur peut vérifier de temps à autre l'attention du candidat en tournant le disque test afin que la surface noire (quasi invisible) soit présentée. L'incapacité de voir une cible blanche de 3 mm dans toutes les parties de l'écran campimétrique (sauf au niveau de la tache de Mariotte) est un motif raisonnable de renvoi chez un ophtalmologiste.

Périmétrie

11.5.13 Cette méthode de test examine l'entière du champ visuel en mesurant sa portée telle que délimitée sur de multiples arcs de cercle approximativement concentriques par rapport à l'œil. Plusieurs instruments ont été conçus, allant du simple périmètre à arc manuel, qui peut être tourné à 360 degrés afin de permettre l'examen de méridiens multiples en utilisant des cibles de tailles différentes tenues à la main, jusqu'aux grands périmètres automatisés et onéreux, qui utilisent des méthodes de projection pour faire apparaître les cibles et qui ont de multiples modèles de test gérés par ordinateur et des capacités de stockage de données. La fixation du candidat peut être surveillée pendant le test, et la taille, la brillance et la couleur des objets tests ainsi que l'éclairement du fond peuvent être contrôlés. Des instruments tels que le périmètre de Goldmann peuvent être utilisés avec des cibles mobiles, afin de déterminer les différents isoptères (périmétrie cinétique). D'autres instruments utilisent des cibles stationnaires, dont la brillance est adaptée afin de déterminer la sensibilité de la rétine (périmétrie statique). Dans tous les cas, le but est de déterminer la sensibilité des différentes parties de la rétine. Une description détaillée des différents instruments et méthodes de test n'est pas nécessaire. Les résultats des tests effectués avec des périmètres automatisés modernes sont en général fiables et reproductibles, mais ils ne sont pas infaillibles et il faut une certaine expérience pour les interpréter correctement.

Facteurs médicaux

11.5.14 Il convient de distinguer les anomalies du champ visuel de la perte de vision périphérique due à une perte de mobilité oculaire. Les vrais défauts du champ visuel peuvent être provoqués par un grand nombre de troubles neuro-ophtalmologiques. Avant d'exposer certaines des causes les plus importantes d'anomalies du champ visuel, il importe de mentionner ce qu'il est convenu d'appeler les pseudo-déficits du champ visuel, qui peuvent se produire dans les situations suivantes :

- a) forme du visage — proéminence du nez, des sourcils ou des pommettes et ptôse de quelque origine que ce soit ;
- b) opacités de la cornée, du cristallin ou du corps vitré ;
- c) port de lunettes de correction fortes, surtout pour la correction de l'aphakie ;
- d) hystérie et simulation ;
- e) déficit mental, altération de la fonction cérébrale due à des médicaments ou à une maladie et mauvaise compréhension des procédures de test.

11.5.15 Les vrais déficits du champ visuel se rencontrent dans le cas de traumatismes et de pathologies héréditaires ou acquises affectant une quelconque partie des voies optiques, depuis la rétine jusqu'à l'aire visuelle du cortex occipital. L'emplacement du déficit du champ, sa forme et son caractère unilatéral ou bilatéral permettent de localiser le dommage et, dans certains cas, de déceler les caractéristiques de maladies ou de groupes de maladies spécifiques. Nous ne pouvons mentionner ici que les grandes généralités :

- a) une maladie de la rétine ou choroïdienne produira des défauts du champ visuel correspondant au site de la lésion ;
- b) une pathologie de la macula produira des scotomes centraux, tandis que des problèmes périphériques, dont le décollement de la rétine, généreront des défauts du champ périphérique ;
- c) des troubles du nerf optique peuvent provoquer une hémianopsie centrale, en quadrant ou, parfois, horizontale.

11.5.16 Le terme hémianopsie est largement utilisé pour décrire des pertes du champ visuel limitées à une moitié du champ visuel. Stricto sensu, ce terme désigne la perte totale d'une moitié du champ visuel. Dans la pratique clinique, il arrive souvent que, même si la perte de vision est limitée à une moitié du champ, cette perte ne soit pas totale et ne concerne pas la totalité de cette moitié du champ visuel. Dans ces cas, le terme correct est hémidyopsie. Par « déficit de la moitié du champ visuel », on entend tous les types de déficits limités à une moitié du champ visuel, mais cette expression est rarement utilisée.

11.5.17 Le glaucome est une des plus importantes causes de déficits du champ visuel. Les premiers changements sont généralement des défauts de la papille optique, sous la forme de petits scotomes paracentraux, arciformes, qui grossissent à mesure que la maladie progresse. Parfois des défauts apparaissent du côté nasal et, aux stades avancés de la maladie, le champ visuel est réduit à un petit îlot central ou temporal. Voir la Figure III-11-14.

11.5.18 Les rétinopathies pigmentaires (retinitis pigmentosa) et autres dégénérescences tapéto-rétiniennes tendent à affecter d'abord la partie mi-périphérique de la rétine et provoquent des scotomes annulaires qui grossissent et finissent par ne laisser qu'un petit îlot de vision centrale.

11.5.19 Les lésions affectant le centre du chiasme optique provoquent habituellement des hémianopsies bitemporales, tandis que celles qui touchent le tractus optique et les corps géniculés latéraux engendrent des hémianopsies homonymes controlatérales, qui peuvent être partielles ou totales. La forme, l'emplacement et la symétrie de ces défauts hémianopsiques permettent de localiser la lésion qui les provoque.

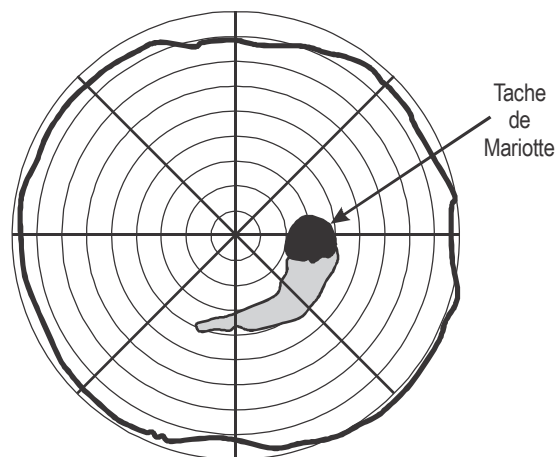


Figure III-11-14. Scotome glaucomateux typique (œil droit)

11.5.20 Tous les déficits visuels ne sont pas disqualifiants pour des candidats à des fonctions de pilote ou de contrôleur de la circulation aérienne, mais tout candidat présentant un déficit du champ visuel doit subir une évaluation neuro-ophtalmologique.

11.6 VISION MONOCULAIRE

11.6.1 Un œil fournit environ 140 degrés de vision dans le plan horizontal. Même en tenant compte des mouvements de la tête, un pilote monoculaire ne peut jamais avoir un champ de vision aussi étendu qu'un individu binoculaire normal. La question de la perception de la profondeur est aussi un souci chez un individu monoculaire. Il importe de comprendre que, bien que dépourvu de stéréopsie, l'individu monoculaire perçoit tout de même la profondeur. À une distance dépassant les 10 m (30 ft), la stéréopsie devient moins importante que les indices monoculaires pour juger la profondeur. Les individus monoculaires ne peuvent effectuer des tâches telles que la photo-interprétation, qui requiert la stéréopsie, et ils éprouvent des difficultés à réaliser des tâches visuelles exigeant la détection de petits détails à distance rapprochée, mais ils ont généralement une bonne perception de la profondeur à distance grâce aux indices monoculaires suivants :

- a) perspective aérienne — les objets distants apparaissent bleutés, avec un brouillage des contours dû à la dispersion préférentielle de la lumière à faible longueur d'onde par l'atmosphère ;
- b) distribution de la lumière et de l'ombre, y compris les ombres — donne beaucoup d'informations quant à la forme et à la solidité des objets ;
- c) chevauchement des contours — un objet partiellement caché par un autre est interprété comme situé derrière ce dernier ;
- d) perspective géométrique — les plans horizontaux semblent se croiser dans le plan de l'horizon, ce qui produit un écrasement des perspectives et une altération des images de tous les objets de taille significative situés dans le champ visuel ;
- e) taille apparente — la taille apparente d'un objet connu permet de déterminer la distance de cet objet par rapport à l'observateur ;
- f) parallaxe — le déplacement parallactique d'objets les uns par rapport aux autres lors de mouvements de l'œil constitue un des indices monoculaires les plus importants pour la perception de la profondeur. Lorsque l'on regarde un plan moyen, les objets au delà de ce plan semblent se déplacer dans la même direction que l'observateur, tandis que les objets dans les plans proches semblent se déplacer dans la direction opposée.

11.6.2 L'exigence de champs visuels normaux énoncée dans l'Annexe 1 empêche la délivrance d'une licence à des pilotes monoculaires, sauf application de la clause de latitude d'interprétation (Norme 1.2.4.9).

11.6.3 Avant d'évaluer l'aptitude d'un candidat monoculaire dans le cadre de la clause de latitude d'interprétation, il faudrait autoriser une période d'adaptation d'au moins six mois après la perte de vision. L'évaluation devrait inclure des essais pratiques en vol, dans le cas d'un pilote, ou des essais pratiques dans l'environnement du contrôle de la circulation aérienne, dans le cas d'un contrôleur de la circulation aérienne, et elle devrait être réalisée par une personne ayant les qualifications requises, en consultation avec le département de médecine aéronautique du Service de délivrance des licences.

11.6.4 Avant d'accorder une licence à un pilote ou à un contrôleur de la circulation aérienne monoculaire, les États contractants devraient tenir compte des points suivants :

- a) nature des activités aéronautiques — aviation de ligne, vols charters, vols privés, aviation de loisir, vols pour l'agriculture, contrôle de la circulation aérienne ;
- b) type d'aéronef — voilure fixe ou tournante, disposition du poste de pilotage, y compris la position du siège du pilote, aéronef monopilote ou aménagé pour opérations en équipage multiple ;
- c) le candidat — quel œil est touché, quel est l'état de l'autre œil, le candidat a-t-il l'amplitude complète des mouvements de la tête, du cou et de l'œil ;
- d) tâches spéciales — opérations d'hélicoptères avec charge sous élingue, hélitreuillage, opérations de recherche et sauvetage, largage aérien, navigation en vol rasant, vols d'épandage agricole, inspection des lignes électriques, acrobaties aériennes en vol en formation et vols de parade. Les opérations exigeant une grande proximité par rapport au sol, à d'autres aéronefs, à des bateaux ou à des personnes constituent des activités aériennes à haut risque.

11.6.5 En général, la vision monoculaire ne pose pas de problème significatif aux contrôleurs de la circulation aérienne. Pour ceux qui travaillent sur des écrans d'ordinateur, il faut veiller à ce que les écrans secondaires fixes, tels que les porte-cartes et les écrans des radars météo, soient placés à un endroit confortable dans le champ de vision monoculaire de l'opérateur.

11.6.6 Les individus monoculaires peuvent effectuer des tâches de pilotage en toute sécurité, en particulier dans des configurations en équipage multiple où les tâches visuelles peuvent être partagées. Pour les avions monopilotes, il est parfois possible d'ajuster la position du siège ou de fournir des aides telles que des rétroviseurs ou des miroirs orientés vers le bas pour compenser la perte de vision périphérique.

11.6.7 Chez les individus monoculaires, il est de toute évidence important de fournir une vision optimale pour l'œil normal (lunettes de correction, lunettes de soleil) et de réduire au minimum le risque de blessure à cet œil pendant des activités aériennes à haut risque, par ex. par le port d'un casque avec visière pour réduire au minimum les blessures résultant d'un impact d'oiseau.

11.6.8 Le cas d'une vision insuffisante à un œil a été abordé dans une section précédente de ce chapitre.

11.6.9 Chez beaucoup de candidats ayant un petit déficit du champ visuel dans les 50 degrés centraux du champ visuel d'un œil, le champ visuel binoculaire sera normal et la certification pourra être envisagée.

11.7 ÉQUILIBRE DES MUSCLES OCULAIRES

11.7.1 Au cours de l'évolution de l'espèce, les yeux ont migré des côtés de la tête vers l'avant, ce qui a rendu nécessaire un alignement exact des deux yeux afin d'atteindre une vision binoculaire unique dans la totalité du champ visuel. La binocularité ou vision binoculaire résulte d'un mouvement des deux yeux, coordonné de telle manière qu'il produise une seule impression mentale. La combinaison des informations visuelles recueillies par chaque œil en une seule perception unifiée est appelée fusion. La fusion recèle deux composantes : 1) une composante motrice, qui dirige les yeux dans la bonne direction ; et 2) une composante sensorielle, qui sert à intégrer les données électriques arrivant aux deux moitiés de l'aire visuelle du cortex occipital.

11.7.2 Chez l'individu normal qui regarde un objet dans l'espace, les images de cet objet formées dans chaque œil arriveront sur ce que l'on appelle des points réiniens correspondants. Ce sont des points de chaque œil qui ont la même

« direction visuelle ». Par exemple, chacune des fovéas est orientée dans la droite ligne de l'axe visuel de l'œil. Un objet situé dans la moitié gauche du champ visuel formera son image quelque part sur l'hémirétine gauche du côté nasal et quelque part sur l'hémirétine droite du côté temporal. Ces points seront donc des points rétiens correspondants.

11.7.3 Pour toute position donnée des yeux, c.-à-d. pour toute focalisation des yeux sur un objet situé à une distance déterminée, l'emplacement de ces points de l'espace dont les images tombent sur les points rétiens correspondants forme un plan courbe imaginaire appelé horoptère (du gr. *horos* = limite). Les objets situés sur l'horoptère seront vus comme uniques. Les objets qui ne sont pas sur ou près de l'horoptère seront perçus comme doubles. C'est la diplopie (vision double) physiologique, que nous avons tous mais qui passe généralement inaperçue. Il existe un nombre infini d'horoptères dans l'espace, selon le point sur lequel se concentre le regard. Au centre de l'horoptère, c'est-à-dire à la projection des deux fovéas, tout déplacement, même léger, d'un objet hors du plan de l'horoptère entraînera une diplopie. À mesure que l'on s'écarte de la fovéa, la distance sur laquelle un objet peut être déplacé derrière ou devant l'horoptère avant d'entraîner une diplopie augmente. La limite de l'espace dans lequel la vision unique est maintenue s'appelle l'aire fusionnelle de Panum⁹.

11.7.4 En conséquence, pour chaque point sur une rétine, il existe, sur l'autre rétine, non pas des points correspondants mais une aire correspondante. Plus on avance vers la périphérie de la rétine, plus les aires correspondantes sont grandes dans l'autre œil. Voilà qui explique la forme de l'aire fusionnelle de Panum.

11.7.5 Il est important de mesurer l'équilibre des muscles oculaires des candidats pour détecter des affections pouvant provoquer une diplopie. Le peu d'indices visuels au cours de vols de nuit ou à haute altitude et les stress physiologiques induits par l'hypoxie, les vibrations et le facteur de charge peuvent altérer les mécanismes normaux de fusion, ce qui peut rendre un mauvais alignement oculaire plus probable que dans l'environnement terrestre normal.

11.7.6 Avant d'analyser les méthodes d'examen, il convient d'expliquer certains des termes utilisés pour décrire l'équilibre des muscles oculaires. L'innervation et la coordination des douze muscles extra-oculaires qui permettent à tout moment de conserver, sur les deux fovéas, une image exacte de l'objet regardé sont complexes et il n'est pas surprenant de constater que, chez beaucoup d'individus, l'alignement oculaire n'est pas parfait.

Définitions

11.7.7 La *vision binoculaire normale* est la vision dans laquelle les images de chaque œil sont fondues en une seule perception unifiée, afin qu'il n'y ait pas de diplopie. À cette fin, il faut que les yeux soient correctement alignés. Le mécanisme qui maintient cet alignement fait intervenir un élément moteur, dans lequel l'innervation musculaire extra-oculaire est ajustée avec précision pour que les deux yeux fixent le même objet. Il fait aussi intervenir un élément sensoriel, dans lequel les données de chaque œil sont intégrées dans l'aire visuelle du cortex cérébral. Cet élément moteur et cet élément sensoriel constituent le mécanisme appelé fusion.

11.7.8 La *stéréopsie (vision stéréoscopique)* est un type particulier de binocularité dans lequel de petites différences dans les images rétiniennes provenant de chaque œil sont utilisées pour établir la « profondeur » ou la position des objets dans l'espace. Une bonne stéréopsie constitue la preuve de la vision binoculaire et indique une fonction binoculaire normale. Toutefois, la stéréopsie n'est pas essentielle pour la vision binoculaire et certains individus ayant un défaut minime de l'alignement des yeux et/ou une amblyopie minime ont la vision binoculaire et utilisent la fusion périphérique pour maintenir l'alignement des yeux sans avoir de bonne stéréopsie.

9 Aire fusionnelle de Panum : aire de la vision binoculaire simple. C'est l'aire de la rétine d'un œil sur laquelle une image ponctuelle peut s'étendre et encore fournir une image stéréoscopique avec un point de stimulus spécifique sur la rétine de l'autre œil. Hors de l'aire fusionnelle de Panum, il se produit une diplopie physiologique. Du nom de Peter Ludvig Panum, physiologiste danois (1820-1885).

11.7.9 L'*orthophorie* désigne l'alignement parfait des yeux sans tendance à la déviation des axes visuels même lorsque l'on empêche la fusion en masquant un œil ou en pratiquant l'un des divers tests décrits ci-après.

11.7.10 La *tropie* est une déviation manifeste des axes visuels. Elle peut être faible ou forte, mais les yeux restent mal alignés même en l'absence d'obstacle mécanique à la fusion. Dans une tropie, la fusion ne se produit pas, de sorte que le fait de couvrir un œil ou d'interposer un des instruments de test pour empêcher la fusion ne modifie en rien la déviation.

11.7.11 La *phorie* est une déviation latente, ce qui signifie que les yeux ont tendance à mal s'aligner mais que cette tendance est compensée par les mécanismes normaux de fusion. Lorsque la fusion est autorisée, les yeux sont alignés. Lorsque l'on empêche la fusion, en masquant un œil ou en interposant une baguette de Maddox¹⁰, les axes visuels ne s'alignent plus. Dès que l'on retire l'obstacle à la fusion, l'œil déviant s'aligne correctement.

11.7.12 La distinction entre phories et tropies est importante. Les individus atteints de longue date de tropies non paralytiques ont rarement de la diplopie. Par contre, les sujets atteints de phorie peuvent devenir tropiques si les mécanismes de fusion sont entravés par des facteurs tels que la fatigue, le stress, un facteur de charge élevé ou des sédatifs, dont l'alcool. Ces sujets seront asymptomatiques lorsqu'ils sont phoriques, mais peuvent connaître une diplopie lorsque la déviation devient une tropie. En conséquence, ils risquent de développer une diplopie pendant un vol long ou difficile.

11.7.13 La direction de la déviation détermine le type de défaut d'alignement des axes visuels. Tous ces cas sont collectivement qualifiés d'hétérophories ou d'hétérotropies :

Déviati l'intérieur	vers	ésophorie ésotropie	ou
Déviati l'extérieur	vers	exophorie exotropie	ou
Déviati vers le haut		hyperphorie hypertropie	ou
Déviati vers le bas		hypophorie hypotropie	ou
Déviati rotative		cyclophorie cyclotropie	ou

11.7.14 La plupart des phories sont bien compensées par la fusion et n'induisent aucun symptôme. Certains individus ont toutefois une compensation moins satisfaisante et souffrent de symptômes tels que céphalées, inconfort et fatigue oculaires avec larmoiement et rougeur des yeux et des paupières, autant de symptômes qui ont tendance à s'aggraver en cas de fatigue, de stress ou de faiblesse, quelle qu'en soit la cause.

10 Baguette de Maddox : série de cylindres de verre parallèles utilisée pour tester l'hétérophorie. Placés devant l'œil, ces cylindres provoquent une distorsion de l'image d'une source lumineuse ponctuelle en une longue raie perpendiculaire à l'axe des baguettes, empêchent la fusion et cassent la vision binoculaire (voir aussi sous Techniques d'examen). Du nom d'Ernest Edmund Maddox, ophtalmologiste anglais (1860-1933).

11.7.15 Il convient de noter que la déviation oculaire peut ne pas se manifester à toutes les distances. Par exemple, une personne peut être orthoporique à distance et ésoporique ou ésotropique en vision rapprochée. Une autre peut être exotrope ou exoporique à distance et orthoporique en vision rapprochée.

11.7.16 Il n'y a pas de corrélation absolue entre le degré de déviation oculaire et les symptômes. Certaines personnes ayant un degré important de phorie sont totalement asymptomatiques, tandis que d'autres, chez qui la déviation est beaucoup plus faible, ont des problèmes significatifs. Chez certains, la déviation oculaire s'aggrave avec le temps, de sorte qu'une légère phorie devient plus importante puis évolue en une tropie intermittente et, finalement, une tropie permanente. La probabilité d'une telle évolution concerne surtout les exo-déviation (déviation des axes visuels vers l'extérieur).

11.7.17 Les déviations oculaires se mesurent à l'aide de prismes désignés par la façon dont ils dévient la lumière qui les traverse. Cette déviation peut se mesurer en degrés, mais l'unité la plus utilisée dans la pratique clinique est la dioptrie prismatique (Δ). Une dioptrie prismatique est un angle dont la tangente est 1/100. Un prisme d'une puissance de 1 Δ produit une déviation apparente de 1 cm d'un objet placé à une distance de 1 m du prisme. Un prisme de 5 Δ produit un déplacement apparent de 5 cm d'un objet situé à 1 m du prisme.

11.7.18 En règle générale, il faut s'attendre à des symptômes lorsque les déviations dépassent les valeurs suivantes :

ésoporie	10 dioptries prismatiques
exoporie	5 dioptries prismatiques
Hyper- ou hypoporie	2 dioptries prismatiques
cycloporie	1 dioptrie prismatique

11.7.19 Les candidats dont les déviations oculaires dépassent ces valeurs devraient être envoyés pour évaluation chez un ophtalmologiste.

Strabisme

11.7.20 Une déviation manifeste ou latente des axes visuels est appelée strabisme. Les formes de strabisme peuvent être classées comme suit :

Paralytique — due à une lésion ou à une maladie affectant les muscles extra-oculaires ou les nerfs qui les commandent ;

Non paralytique — due probablement à un trouble mal compris des mécanismes fusionnels ou liée aux centres du système nerveux central qui commandent les mouvements oculaires.

11.7.21 Le strabisme paralytique de déclenchement récent est toujours associé à une diplopie et est inacceptable chez des pilotes ou des contrôleurs de la circulation aérienne.

11.7.22 Le strabisme non paralytique peut être congénital ou acquis. Dans les formes acquises, la décompensation des forces de fusion peut causer les symptômes susmentionnés. Lorsqu'il y a strabisme congénital ou strabisme de déclenchement précoce, le système nerveux central est confronté au problème de résoudre une diplopie intolérable. Trois adaptations sont possibles :

- a) suppression de la vision centrale dans un œil ou l'autre, selon la direction du regard. Ceci prévient la diplopie tout en maintenant une bonne acuité visuelle dans chaque œil. Ce cas de figure est connu sous le nom de strabisme alternant ;
- b) suppression permanente de la vision centrale dans un œil uniquement. Cette adaptation prévient la diplopie mais entraîne une perte de développement du potentiel de vision dans l'œil déviant. Ce mécanisme se produit probablement dans le système nerveux central plutôt que dans l'œil lui-même et est connu sous le nom d'amblyopie par défaut d'usage. Une perte similaire de développement du potentiel de vision peut se produire en cas de grande différence d'erreur de réfraction entre les deux yeux. On parle alors d'amblyopie due à l'anisométrie ;
- c) un réajustement des valeurs directionnelles des diverses parties de la rétine. Ce phénomène, appelé anomalie de la correspondance rétinienne, prévient la diplopie, mais généralement au prix d'une certaine perte d'acuité visuelle.

Techniques d'examen

11.7.23 Les techniques d'examen suivantes permettent au médecin-examineur de détecter certaines des déviations oculaires précitées et de décider d'envoyer le sujet chez un ophtalmologiste lorsque les normes ne sont pas atteintes ou en cas de suspicion de pathologie significative.

11.7.24 Une position anormale de la tête constitue parfois un indice de faiblesse des muscles extra-oculaires : une rotation de la tête se rencontre dans le cas d'une faiblesse du sixième nerf homolatéral ; une inclinaison de la tête, dans le cas d'une faiblesse du quatrième nerf controlatéral. Ces positions anormales sont adoptées pour éliminer la diplopie. Un examen des excursions oculaires peut révéler une altération de la fonction musculaire, mais des tests supplémentaires sont souvent nécessaires pour évaluer les déviations oculaires. Les tests de dépistage les plus utiles sont les tests de masquage et la baguette ou l'aile de Maddox.

Test de masquage

11.7.25 C'est le test le plus utile pour déterminer l'alignement oculaire. Aucun équipement spécial n'est requis. Ce test permet à l'examineur de distinguer les phories des tropies, d'estimer l'amplitude de la déviation et de se faire une idée de la capacité de fusion du candidat. Il peut être réalisé en vision à distance ou en vision rapprochée mais, pour la plupart des examens de dépistage, une mesure à distance suffit. Le test de masquage est souvent mal réalisé parce que les points suivants sont mal compris :

- a) Si le candidat a besoin de lunettes ou de lentilles de contact de correction pour voir clairement à la distance du test, il doit les porter pendant le test.
- b) L'accommodation doit être contrôlée en demandant au candidat de lire des symboles à une distance connue [généralement 6 m (20 ft)]. Les tableaux ordinaires de test de l'acuité visuelle sont utilisés à cet effet. Il n'est pas correct et peut être trompeur de réaliser le test de masquage en demandant au candidat de regarder un point lumineux, parce que l'accommodation ne peut alors pas être contrôlée.
- c) Pour la détection de déviations horizontales, on demande au candidat de lire des colonnes verticales d'optotypes et, pour la détection de déviations verticales, des colonnes horizontales. Le test de masquage ne peut être utilisé pour évaluer des déviations rotatives.
- d) Le test doit être effectué de telle manière que l'examineur puisse observer les deux yeux du candidat.

11.7.26 Pour des examens de dépistage, il suffit généralement de faire le test de masquage en position primaire, c.-à-d. que le candidat regarde, la tête droite, un point éloigné droit devant lui. Pour une évaluation plus détaillée du

strabisme, ce test est aussi réalisé dans les huit positions cardinales du regard : gauche, droite, vers le haut, vers le bas, et vers chacun des quatre coins.

11.7.27 Le test de masquage comporte deux parties : masquage alterné et masquage/démasquage.

Test de masquage alterné

11.7.28 Il est demandé au candidat — qui porte ses éventuelles lentilles de correction de la vision à distance — de lire les lettres de Snellen (ou tous autres optotypes appropriés) en colonnes, verticalement. Un obstacle, qui peut être la main de l'examineur ou un cache de carton ou de plastique de forme appropriée, est placé devant l'œil droit du candidat et y est maintenu quelques secondes, puis rapidement déplacé pour couvrir l'œil gauche. Après quelques secondes, le cache est replacé devant l'œil droit. Ce cache est glissé plusieurs fois d'un œil à l'autre jusqu'à ce que l'examineur soit satisfait de ses observations.

11.7.29 Si les yeux sont bien alignés (orthophorie), il n'y aura pas de mouvement de l'un des yeux autre que le léger mouvement vertical permettant au candidat de passer d'un optotype à l'autre dans la colonne du tableau. Répétez ce test en faisant lire les optotypes horizontalement. Si les yeux sont bien alignés, il n'y aura pas de mouvement vertical de l'un des yeux. L'absence de déplacement des yeux au test de masquage alterné indique une orthophorie.

11.7.30 Si le candidat n'est pas orthophorique, il y aura un mouvement des yeux pendant le test de masquage alterné. S'il y a abduction de l'œil masqué lors du retrait du cache, cet œil doit avoir tourné vers l'intérieur, ce qui indique une éso-déviation. S'il y a adduction au retrait du cache, l'œil doit avoir tourné vers l'extérieur, ce qui indique une exo-déviation. Un mouvement vers le bas de l'œil au retrait du cache indique une hyper-déviation, un mouvement vers le haut, une hypo-déviation. Ces mouvements de correction sont faits pour « reprendre la fixation », c'est pourquoi il est essentiel de demander au candidat de lire des optotypes.

11.7.31 Le test de masquage alterné empêche la fusion et indique à l'examineur si le candidat est orthophorique ou s'il est atteint d'une déviation. Il révèle la direction du défaut d'alignement mais ne permet pas de distinguer une phorie d'une tropie. Pour cela, il faut réaliser le test suivant.

Test de masquage/démasquage

11.7.32 Dans ce test, le candidat fait exactement la même chose que dans le test de masquage alterné, mais, cette fois, l'examineur masque et démasque simplement un œil à la fois. Le cache est maintenu en place pendant quelques secondes, afin d'empêcher la fusion pendant que l'examineur observe la position de l'œil. Lorsque le cache est retiré, la fusion est autorisée et le mouvement des yeux est à nouveau observé. Ce test est répété plusieurs fois jusqu'à ce que l'examineur ait la certitude d'avoir observé ce qui se passe au niveau de chaque œil lorsque le cache est placé et lorsqu'il est retiré.

11.7.33 En cas de tropie, le masquage de l'œil qui fixe (celui qui n'est pas dévié) obligera le candidat à regarder avec l'œil dévié, qui devra bouger pour voir les lettres sur le tableau. Il y a *ésotropie* en cas d'abduction de l'œil et *exotropie* en cas d'adduction ; l'œil est atteint d'*hypertropie* s'il bouge vers le *bas*, d'*hypotropie*, s'il bouge vers le *haut*. L'examineur pourra dire si la tropie est gauche, droite ou alternée.

11.7.34 Lorsque le test de masquage/démasquage est réalisé sur l'œil déviant, il n'y aura pas de déplacement de l'un ou l'autre œil puisque l'œil non déviant est déjà bien aligné et lit les lettres.

11.7.35 Chez un candidat atteint de tropie, l'examineur notera que, pendant le test de masquage/démasquage, les deux yeux bougent à l'unisson. L'adduction d'un œil entraîne l'abduction de l'autre et vice versa. Ce maintien de la déviation des axes visuels est l'essence même d'une tropie.

11.7.36 En cas de phorie, par définition, les yeux sont alignés lorsque la fusion est autorisée. Dès qu'un œil est caché, la fusion est empêchée. Il n'y aura pas de déplacement de l'œil non couvert parce que cet œil regarde déjà les lettres du tableau, mais l'œil derrière le cache glissera dans sa position déviée. Il peut falloir quelques secondes pour que la déviation se produise. Aussi, l'examineur ne devrait pas se hâter pour réaliser ce test. Au retrait du cache, l'œil dévié va revenir dans l'axe parce que la fusion est maintenant possible. Chez les candidats qui ont une bonne fusion, le mouvement de rétablissement sera rapide. Chez ceux qui ont une fusion moins efficace, le rétablissement sera plus lent et peut exiger un clignement des yeux ou un effort conscient pour réaligner les yeux.

11.7.37 Ce déplacement dans la position déviée derrière le cache et le mouvement de rétablissement (mouvement de fusion) sont l'essence même d'une phorie. Tout au long du test de masquage/démasquage, il n'y aura pas de déplacement de l'œil non masqué chez un candidat atteint de phorie. C'est là la distinction entre une phorie et une tropie. La direction du déplacement vers la déviation indique s'il s'agit d'une éso-, exo-, hyper- ou hypophorie.

11.7.38 L'amplitude de la déviation oculaire peut être mesurée à l'aide de prismes mais, dans la plupart des cas, il suffira à l'examineur de détecter la présence d'une déviation significative et d'envoyer le candidat chez un ophtalmologiste.

Baguette de Maddox

11.7.39 La baguette de Maddox est un dispositif qui empêche la fusion en présentant, à chaque œil, des images totalement différentes d'une source lumineuse. C'est une série de cylindres adjacents en verre qui peut être montée dans un cadre doté de marqueurs, indiquant l'alignement des yeux, et d'un prisme tournant (prisme de Herschel) permettant de mesurer la déviation des axes visuels en dioptries prismatiques. Lorsque le sujet regarde une petite source lumineuse à travers ce dispositif, un œil voit la lumière et l'autre, une raie lumineuse qui peut être horizontale ou verticale selon l'orientation des cylindres de la baguette de Maddox. Lorsque les cylindres sont horizontaux, la ligne perçue est verticale et vice versa.

11.7.40 En tenant horizontalement les cylindres (la ligne perçue sera verticale), le candidat regarde une petite source lumineuse à 5 ou 6 m (16-20 ft) et ajuste le prisme tournant jusqu'à ce que la ligne passe par le centre de la lumière. L'examineur lit, sur l'échelle de l'instrument, le chiffre qui indique l'éventuelle déviation, et précise s'il s'agit d'une éso- ou d'une exodéviations, ainsi que l'amplitude de cette déviation. Les cylindres sont tournés de 90 degrés pour les mettre à la verticale (la ligne perçue sera horizontale) et le candidat ajuste à nouveau le prisme tournant pour que la ligne passe par le centre de la lumière. La lecture de l'échelle indique l'éventuelle déviation verticale en dioptries prismatiques.

11.7.41 Une simple baguette de Maddox sans prisme tournant peut être utilisée pour indiquer une orthophorie ou une déviation. L'amplitude de la déviation peut être mesurée avec des prismes séparés ou une barre de prismes. Si l'examineur utilise une baguette de Maddox simple, il ne doit pas oublier qu'une éso-déviations provoquera un déplacement de la ligne verticale vers le côté de l'œil regardant à travers les cylindres de verre (diplopie non croisée), tandis qu'une exodéviations entraînera un déplacement de la ligne vers le côté opposé (diplopie croisée). Pour les déviations verticales, la baguette est placée devant l'œil droit, auquel cas une déviation vers le haut de la ligne horizontale indique une hyperdéviations vers la gauche, et un déplacement vers le bas, une hyperdéviations vers la droite.

11.7.42 Pour tester l'alignement des yeux en vision rapprochée, on peut utiliser la baguette de Maddox, en tenant la source lumineuse à 1/3 m (1 ft), ou une aile de Maddox. Il s'agit d'un instrument tenu à la main comportant une séparation verticale entre la vision des deux yeux, ce qui empêche la fusion. Un œil voit une flèche rouge et une flèche blanche, l'autre, une croix graduée. Le candidat regarde à travers ce dispositif, les deux yeux ouverts, et indique les positions des flèches. Le chiffre vers lequel pointe la flèche blanche donne la mesure de la déviation horizontale. La flèche rouge indique la déviation verticale.

11.7.43 La baguette et l'aile de Maddox sont des instruments ingénieux, utiles pour les examens de dépistage, mais elles ont leurs lacunes. Primo, elles sont totalement subjectives ; secundo, elles ne permettent pas de distinguer les phories des tropies ; tertio, il est possible pour le candidat de déplacer la ligne verticale en exerçant une convergence volontaire ; quarto, elles présentent des conditions de vision totalement anormales pour le système visuel et peuvent indiquer une non-orthoporie, alors que dans une situation de la vie réelle la fusion se fait lorsque des images similaires sont présentées à chaque œil.

Test du statut sensoriel dans le strabisme

11.7.44 La présence d'une fusion, d'une diplopie ou d'une suppression peut être déterminée au moyen du test de Worth, qui utilise une boîte éclairée de l'intérieur et présentant quatre points : un point rouge en haut, un vert de chaque côté et un blanc en bas (Figure III-11-15). Ce test peut être réalisé à 6 m (20 ft) ou en vision rapprochée et des tests de Worth à petites torches sont disponibles.

11.7.45 Le candidat porte des lunettes comportant une lentille rouge d'un côté et une lentille verte de l'autre. Ces lentilles peuvent être inversées. Lorsque le filtre rouge est placé devant l'œil droit du candidat et le vert, devant l'œil gauche, les résultats suivants peuvent être observés :

- a) Cinq points — deux rouges et trois verts = diplopie ;
- b) Quatre points avec celui du bas décrit comme une combinaison de rouge et de vert ou alternant entre le rouge et le vert = fusion ;
- c) Deux points rouges uniquement = suppression de l'œil gauche ;
- d) Trois points verts uniquement = suppression de l'œil droit ;

Convergence

11.7.46 La convergence est l'acte par lequel les yeux sont tournés l'un vers l'autre pour maintenir la vision binoculaire en vision de près. Il existe une relation approximative entre la convergence et l'accommodation. L'unité de convergence est l'angle métrique, qui indique le degré de convergence requis pour voir un objet à un mètre. Dans la pratique clinique ordinaire, il suffit souvent de mesurer la convergence en demandant au candidat de focaliser le regard sur une petite cible qui est rapprochée progressivement des yeux jusqu'à apparition d'une diplopie ou jusqu'à ce que l'examineur voie que la fusion ne peut être maintenue et qu'un œil dévie vers l'extérieur. En tant que valeur approximative, ce proximum de convergence est mesuré en cm. Les valeurs normales se situent entre 6 et 8 cm. Si le proximum est de 10 cm ou plus, la convergence est insuffisante.

Évaluation des défauts importants de la vision binoculaire

11.7.47 L'évaluation appropriée d'un candidat présentant un déséquilibre significatif des muscles oculaires qui connaît ou pourrait connaître une diplopie, une asthénopie ou les deux, exige un renvoi chez un ophtalmologiste qualifié pour évaluation orthoptique, afin de déterminer les amplitudes fusionnelles de ce candidat. Il s'agit de mesurer sa capacité de maintenir la fusion lorsque l'image rétinienne d'un œil est déplacée soit par des prismes, soit par un grand amblyoscope (synoptophore).

11.7.48 De plus amples informations sur l'évaluation des défauts significatifs de la vision binoculaire sont données dans le Supplément au présent chapitre.

11.8 VISION DES COULEURS

Introduction

11.8.1 Vu l'usage croissant de codages de couleur dans les systèmes d'affichage des informations de vol, une perception adéquate des couleurs reste importante pour les équipages de conduite et les contrôleurs de la circulation aérienne.

11.8.2 Les conventions traditionnelles « rouge pour danger ou stop » et « vert pour sécurité ou "allez" » sont d'usage courant dans le monde entier et il est peu probable qu'elles changent dans un avenir proche.

11.8.3 De plus, le personnel aéronautique doit être capable de distinguer des couleurs sur des cartes et au sol.

11.8.4 Les couleurs les plus utilisées dans le poste de pilotage, dans la cabine de l'aéronef, pour l'éclairage externe de l'aéronef, dans les instruments de contrôle de la circulation aérienne et sur les pistes des aérodromes sont le rouge, le vert, le jaune, l'orange, le bleu, le cyan, le magenta et le blanc.

11.8.5 Une déficience de perception des couleurs est souvent appelée achromatopsie, mais c'est un mauvais usage de ce terme, qui se rapporte à la vision monochromatique. Les individus atteints d'achromatopsie sont très rares et, outre leur vision monochromatique, ils souffrent en général d'une mauvaise acuité visuelle, d'un nystagmus et de photophobie.

11.8.6 Des défauts moins sévères de la perception des couleurs sont courants : quelque 8 % de tous les hommes et environ 0,8 % de toutes les femmes ne réussiront pas les tests de perception des couleurs les plus précis. Plus de 99 % d'entre eux auront des déficiences de la perception du rouge et du vert.

11.8.7 S'il est malheureux que la capacité de distinguer le rouge du vert soit le type de déficience de perception des couleurs le plus fréquent, cette déficience ne doit pas automatiquement entraîner un refus de délivrance de licence.

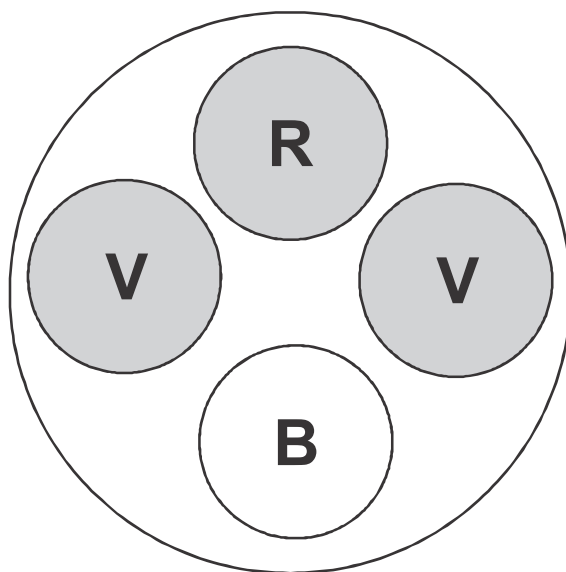


Figure III-11-15. Test des quatre points de Worth

11.8.8 Comme la perception des couleurs est un phénomène purement subjectif, il est impossible de savoir exactement quelle sensation un individu éprouve lorsqu'il regarde une lumière d'une longueur d'onde particulière. Ce que l'on peut démontrer, c'est que des individus atteints de déficiences de la perception des couleurs sont incapables de distinguer des variations de couleur qui sont évidentes pour une personne ayant une vision des couleurs normale.

11.8.9 Il existe d'innombrables degrés de déficience de perception des couleurs, allant du plus subtil au plus sévère. Il convient donc de se demander quel degré de déficience de perception des couleurs peut être admis avant qu'un individu ne doive être considéré comme incapable d'exercer des fonctions aéronautiques en toute sécurité.

11.8.10 La section de l'Annexe 1 qui traite de la perception des couleurs stipule que le candidat devra prouver qu'il est capable d'identifier aisément les couleurs dont la perception est nécessaire pour qu'il puisse accomplir ses fonctions avec sécurité. Des critères physiques et physiologiques précis ne peuvent être donnés, vu le grand nombre de variables intervenant dans des situations de vue différentes.

11.8.11 Des tests pratiques simples, tels que la capacité de nommer correctement une fusée de signalisation ou les couleurs de signaux lumineux, donnent des indications uniquement sur la situation de test spécifique et n'ont qu'une valeur limitée.

Physiologie de la perception des couleurs et dyschromatopsies

11.8.12 La couleur est un phénomène subjectif. Les trois attributs subjectifs de la vision des couleurs sont :

<i>La teinte</i>	attribut associé aux longueurs d'onde dominantes du spectre et décrivant comment nous percevons la couleur d'un objet, à savoir rouge, jaune, bleu.
<i>La saturation</i>	aussi appelée « chroma », elle désigne l'intensité d'une couleur et le degré d'absence de blanc.
<i>La luminosité</i>	aussi appelée « éclat », désigne l'intensité lumineuse d'une lumière colorée ou la quantité de lumière que la couleur réfléchit et établit la distinction entre couleur claire et couleur foncée.

Ces trois attributs ne sont pas indépendants les uns des autres.

11.8.13 Comme les autres fonctions visuelles, la perception des couleurs est limitée par une série de seuils de stimuli. Pour être identifié, un objet de couleur doit être suffisamment grand et brillant pour dépasser ces seuils. La localisation dans le champ visuel, la durée d'exposition et le contraste de couleur avec le fond sont aussi importants. Sous un éclairage normal (vision photopique), la rétine périphérique est moins sensible aux couleurs que la rétine centrale. Dans des conditions de faible éclairage (vision scotopique), seuls les bâtonnets de la rétine fonctionnent, de sorte que la perception des couleurs n'est pas possible.

11.8.14 Dans des circonstances normales, l'œil humain réagit à la partie du spectre électromagnétique située entre 380 nm (violet) et 750 nm (rouge), mais à de très hautes intensités il peut percevoir une plus grande portion du spectre. C'est ce que l'on appelle le spectre visible. La capacité de l'œil de distinguer les différentes longueurs d'onde constitue la base de la partie de la perception des couleurs appelée discrimination des teintes, c.-à-d. la détermination de la couleur de l'objet. Cette capacité de distinguer différentes teintes varie dans les différentes parties du spectre visible. Près des limites du spectre, en particulier à l'extrémité des rouges, de grandes différences de longueur d'onde sont nécessaires pour produire un changement de teinte perceptible. Près du centre du spectre, la sensibilité de l'œil est maximale, et dans les régions autour de 495 nm (bleu-vert) et 595 nm (orange-jaune), des différences de longueur d'onde de 1 nm peuvent être détectées.

11.8.15 En 1895, Johannes von Kries (1853-1928), professeur de physiologie à Fribourg (Allemagne), a développé le travail de ses prédécesseurs pour établir les principes de la théorie de la duplicité de la vision, qui affirme qu'il existe deux types distincts d'activité visuelle dans la rétine : un mécanisme reposant sur des bâtonnets, qui fonctionne à de faibles niveaux de luminosité et est achromatique, et un mécanisme faisant intervenir des cônes, qui fonctionne à des niveaux élevés de luminosité et est responsable de la perception des couleurs. La vision dans des conditions de faible luminosité est qualifiée de scotopique ; la vision sous éclairage intense, de photopique. La plupart de nos activités visuelles normales se passent entre ces extrêmes et font intervenir tant les bâtonnets que les cônes. On les qualifie de vision mésopique.

11.8.16 Comme les autres fonctions visuelles, la perception des couleurs est un processus complexe auquel participent les activités à la fois de la rétine et de l'aire visuelle du cortex occipital. La théorie traditionnelle du trichromatisme (théorie de Young-Helmholtz¹¹), bien qu'incapable d'expliquer certaines choses telles que la constance des couleurs, les ombres colorées et certaines images rémanentes colorées, explique tout de même la plupart des faits observés concernant la vision des couleurs et elle est utile pour comprendre les déficiences de perception des couleurs (dyschromatopsies). Cette théorie a été prouvée dans une expérience de 1983, lorsque l'on a pu obtenir des rendus microspectrophotopiques de cellules individuelles de cônes¹².

11.8.17 Il existe trois groupes de cônes rétinien. L'un contenant un pigment ayant une sensibilité maximale à la partie rouge du spectre, un autre, un pigment ayant une sensibilité maximale à la partie verte du spectre, et le troisième, une sensibilité maximale à la partie bleue du spectre.

11.8.18 Il existe un certain chevauchement entre les courbes de sensibilité spectrale, mais, fondamentalement, on peut parler de cônes sensibles au rouge, de cônes sensibles au vert et de cônes sensibles au bleu. Une stimulation appropriée de ces trois types de cônes permet de percevoir toutes les couleurs du spectre.

11.8.19 Des dyschromatopsies surviennent en cas de déficience dans un ou au moins des trois pigments des cônes et elles revêtent des degrés de gravité très divers.

11.8.20 Un individu normal possède les trois types de cônes avec des quantités normales de pigments photorécepteurs dans chaque type de cône et il utilise les trois mécanismes de perception et de restitution des couleurs. De tels individus sont qualifiés de trichromates. Un trichromate normal peut restituer n'importe quelle teinte en utilisant un mélange approprié de lumière rouge, verte et bleue.

11.8.21 Le type le plus courant de dyschromatopsie est celui où les trois types de cônes sont présents, mais avec une certaine déficience dans un type de cônes (Tableau III-11-5). On parle, dans ce cas, de trichromatisme anormal. Ce groupe se subdivise en trois sous-groupes :

- a) déficience en rouge = trichromate protanormal
- b) déficience en vert = trichromate deutéranormal
- c) déficience en bleu = trichromate tritanormal.

11.8.22 Les individus dichromates n'ont que deux mécanismes de perception des couleurs et peuvent restituer toute lumière colorée ou blanche en mélangeant les deux autres types de lumière pris dans les parties proches des extrémités du spectre. Ils acceptent les restitutions de couleurs faites par des observateurs normaux, mais ils font aussi des restitutions inacceptables pour un trichromate. Il existe trois types de dichromates :

11 Du nom de Thomas Young, médecin et physicien anglais (1773-1829) et de Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz, physiologiste allemand (1821-1894).

12 http://en.wikipedia.org/wiki/Young-Helmholtz_theory

- a) Les protanopes ont une déficience en pigments rétinien sensibles aux ondes longues et, donc, une sensibilité réduite au rouge (qui est noir pour eux). Ils ne perçoivent pas le rouge et le bleu-vert.
- b) Les deutéranopes ont une déficience en pigments sensibles aux ondes moyennes. Ils ont une sensibilité normale à la lumière et, pour eux, le vert et le rouge pourpre sont achromatiques.
- c) Les tritanopes, cas rares, ont probablement une déficience en pigments sensibles aux ondes courtes. Pour eux, le bleu-violet est achromatique.

11.8.23 Le troisième groupe se compose de monochromates ; leur monochromatisme peut être lié aux cônes ou aux bâtonnets. Ces deux déficiences sont extrêmement rares et sont associées à de graves problèmes visuels. Leur description détaillée n'a pas sa place dans le présent manuel.

11.8.24 Les déficiences congénitales des mécanismes de perception du bleu — tritanopie et tritanomalie — sont également rares et revêtent rarement une importance concrète.

Prévalence et ventilation des dyschromatopsies

11.8.25 Il existe des variations intéressantes dans la prévalence des dyschromatopsies. Les individus de type caucasien ont la prévalence la plus élevée. Les Afro-américains, les Japonais et les Chinois ont une prévalence environ inférieure de moitié. La prévalence la plus faible se rencontre chez les Africains de souche.

11.8.26 Les différentes déficiences se ventilent approximativement comme suit chez les hommes de type caucasien :

- a) trichromatisme deutéranormal — 4,6 %
- b) trichromatisme protanormal — 1,0 %
- c) deutéranopie — 1,4 %
- d) protanopie — 1,2 %.

11.8.27 Les individus atteints de dyschromatopsies éprouvent des difficultés à distinguer des couleurs bien distinctes pour des personnes normales. Le degré de difficulté varie en fonction de la gravité de la déficience.

11.8.28 Ces difficultés s'aggravent dans un contexte de faible éclairage et lorsque les couleurs ne sont pas saturées. Dans l'environnement aéronautique, la principale préoccupation concerne le risque de confusion entre les signaux rouges, blancs (jaunes) et verts.

11.8.29 Il est difficile d'établir une norme de perception des couleurs pour les pilotes et les contrôleurs de la circulation aérienne, vu le manque de données démontrant les incidences réelles et concrètes des dyschromatopsies sur la sécurité aérienne. Dans un monde idéal, on ne sélectionnerait que des candidats ayant une perception normale des couleurs, telle que mesurée par la plupart des tests de discrimination des couleurs. Une telle politique amènerait à refuser la licence à un grand nombre d'individus qui pourraient être capables d'exercer en toute sécurité des fonctions dans l'environnement aéronautique. La question est de savoir où fixer la limite. Nombre d'États contractants se bornent à considérer comme acceptables les candidats qui obtiennent un certain score à un ensemble agréé de planches pseudo-isochromatiques ; d'autres acceptent comme « sûrs pour la vision des couleurs » des candidats qui réussissent certains tests supplémentaires.

Tableau III-11-5.

Classification de la perception des couleurs
Trichromatisme normal (perception normale des couleurs)
Déficiences héréditaires de la perception des couleurs
Dyschromatopsie
Trichromatisme anormal
Protanomalie
Deutéranomalie
Tritanomalie
Dichromatisme
Protanopie
Deutéranopie
Tritanopie
Achromatopsie
Monochromatisme à bâtonnets
Monochromatisme des cônes
Dyschromatopsies acquises

Tests d'évaluation de la vision des couleurs

11.8.30 On distingue trois catégories de tests permettant d'évaluer la vision des couleurs, à savoir :

- a) les planches ou disques de confusion chromatique
- b) les tests de la lanterne
- c) l'analyse anomaloscopique.

11.8.31 Le premier groupe comprend les planches pseudo-isochromatiques telles que celles conçues par Ishihara, Stilling-Velhagen, Dvorine, Boström & Kugelberg, et Hardy, Rand et Rittler. Les planches d'Ishihara¹³ ou des variantes de ces planches sont largement disponibles et sont aujourd'hui acceptées par tous. Pour permettre un travail précis, ces planches doivent être regardées à la lumière naturelle (mais pas au soleil) ou avec un système d'éclairage spécial basé sur la source étalon « C » ou « D65 », telle que spécifiée par la Commission internationale de l'Éclairage (CIE). Il convient

13 Du nom de Shinobu Ishihara, ophtalmologue japonais (1879-1963).

de noter que l'atlas de Hardy-Rand-Rittler d'American Optical n'est pas très utile pour détecter des dyschromatopsies héréditaires, mais est excellent pour déceler des dyschromatopsies acquises.

11.8.32 Différents critères de réussite et d'échec au test s'appliquent à chacune des différentes séries de planches de test. Il est donc important de respecter strictement les lignes directrices pour chaque série de tests.

11.8.33 Les planches sont placées devant le candidat, à une distance de lecture normale [environ 50 cm (20 in)]. Le candidat doit porter des lunettes s'il en utilise normalement pour lire à cette distance et il doit répondre sans hésitation dès que la planche lui est présentée. Le port de lentilles teintées ou de lentilles de contact « de correction de la dyschromatopsie » n'est pas autorisé. Une seconde tentative peut être permise si l'examineur soupçonne une inattention ou un manque de concentration. Il est préférable d'utiliser des planches séparées plutôt qu'un atlas de planches, parce que cela permet de réorganiser les planches afin d'éviter que le candidat n'apprenne la séquence de planches par cœur. Il faut veiller à éviter de toucher la surface des planches et celles-ci, lorsqu'elles ne sont pas utilisées, devraient être conservées à l'abri de la lumière pour éviter un estompement des couleurs.

11.8.34 Les planches de confusion chromatique présentent l'inconvénient qu'elles détectent des déficiences très légères de la perception des couleurs, qui peuvent ne pas revêtir d'importance dans l'environnement aéronautique. En d'autres termes, elles sont trop discriminantes.

11.8.35 Des variantes des planches pseudo-isochromatiques sont des tests qui utilisent une série de disques de couleur qui doivent être placés dans l'ordre correct. La plus simple de ces variantes est le test de Farnsworth D-15. Il est fourni avec des formulaires sur lesquels le score du candidat est consigné et qui indiquent le type de dyschromatopsie. Un test plus complexe est celui de Farnsworth-Munsell 100, qui consiste en quatre boîtiers contenant au total 85 pastilles de référence. Les pastilles de couleur ont une variation de teinte incrémentielle sur une face et un nombre au verso. Les anomalies de la perception des couleurs sont détectées en fonction de la capacité du sujet à placer les pastilles colorées dans le bon ordre de séquence de teintes. Une feuille de score livre les résultats numériques et graphiques.

11.8.36 Pour les candidats qui échouent aux tests des planches pseudo-isochromatiques, des lanternes chromoptométriques peuvent être utilisées pour dépister des déficiences plus graves de perception du rouge et du vert. Plusieurs lanternes différentes ont été utilisées par les États contractants, mais aucun consensus ne se dégage sur un type de lanterne particulier pouvant servir de norme universelle. Certaines de ces lanternes encore utilisées aujourd'hui sont la lanterne Spectrolux, la lanterne de Beyne, la lanterne d'Eldridge-Green, la lanterne de Farnsworth, la lanterne de Giles-Archer, la lanterne de Holmes-Wright, la lanterne de l'Armée de l'air du Canada et la lanterne Optec 900. Ces lanternes varient en termes de complexité et de prix, mais aucune n'est manifestement à privilégier et plusieurs ne sont plus disponibles à la vente.

11.8.37 À la suite d'une demande de l'OACI adressée à plusieurs États contractants disposant d'installations très développées de médecine aéronautique, des études détaillées ont été menées ces dernières années, afin de déterminer l'importance de la perception des couleurs et la mesure dans laquelle des dyschromatopsies peuvent être autorisées sans risque pour la sécurité aérienne. Des programmes informatisés de test de vision ont été mis au point pour utilisation sur des ordinateurs personnels ou sur des équipements plus sophistiqués. Ces logiciels sont conçus pour tester la perception des couleurs et d'autres fonctions visuelles. Dans les prochaines années, certains des tests traditionnels de perception des couleurs seront probablement remplacés par des équipements plus modernes.

11.8.38 Les anomaloscopes sont des instruments qui utilisent une méthode de mélange de lumières de deux longueurs d'onde différentes afin de produire une teinte donnée. L'anomaloscope de Nagel¹⁴ permet d'ajuster la couleur de la moitié supérieure de l'écran en variant les proportions de lumière rouge et verte jusqu'à ce que le mélange de couleurs corresponde à la lumière monochromatique jaune dans la moitié inférieure de l'écran. Les dichromates acceptent tous les mélanges de rouge et de vert si la brillance du jaune est bien ajustée. Les trichromates anormaux acceptent

14 Du nom de Willibald A. Nagel, physiologiste allemand (1870-1911).

uniquement des mélanges anormaux ; les deutéranormaux utilisent plus de vert, et les protanormaux, plus de rouge. Les anomaloscopes livrent une évaluation à la fois qualitative et quantitative de la dyschromatopsie. Ces instruments sont difficiles à utiliser, chers et pas disponibles partout, mais on peut les trouver dans les grandes cliniques et les centres de recherche.

11.8.39 Les remarques ci-dessus s'appliquent aux dyschromatopsies héréditaires courantes. Ce sont des déficiences génétiques, présentes dès la naissance et non évolutives. Le type rouge-vert est transmis en tant que caractère récessif lié au sexe, qui s'exprime généralement chez les hommes et est transmis par les femmes. On dispose de moins d'informations sur la tritanopie, qui peut être polygénétique et transmise en tant que caractère dominant atypique.

11.8.40 Certains États parlent d'individus « dyschromatopsiques sans risque » ou « sans risque en termes de perception des couleurs » pour désigner ceux qui échouent aux tests des planches pseudo-isochromatiques mais peuvent réussir le test de l'anomaloscope ou un test accepté de la lanterne, ou les deux, et d'individus « dyschromatopsiques à risque » ou « à risque en termes de perception des couleurs » pour désigner ceux qui échouent à la fois au test des planches pseudo-isochromatiques et aux tests de l'anomaloscope et de la lanterne. Malgré tout le travail entrepris sur la perception des couleurs, il reste difficile de déterminer où exactement fixer la limite entre les cas « sans risque » et « à risque » pour les candidats à une première licence qui choisissent l'aviation comme carrière ou comme activité de loisir.

Dyschromatopsies acquises

11.8.41 Des dyschromatopsies acquises existent, mais elles sont beaucoup moins courantes que les héréditaires. Elles peuvent toucher un œil plus que l'autre et peuvent être évolutives. Les principales causes sont, entre autres :

- a) des dégénérescences tapéto-rétiniennes et des rétinopathies pigmentaires ;
- b) une chorioretinite de quelque étiologie que ce soit, y compris des lésions maculaires ;
- c) une neuropathie optique de quelque étiologie que ce soit, y compris un stade avancé de glaucome ;
- d) une toxicité médicamenteuse touchant la macula ou le nerf optique.

11.8.42 La plupart des altérations de la perception des couleurs d'origine médicamenteuse, notamment celles qui sont provoquées par l'hydroxychloroquine (Plaquenil®), la digitaline et l'éthambutol (Myambutol®), sont persistantes ou permanentes. Il a été démontré que le Sildénafil (Viagra®), médicament largement utilisé dans le traitement de la dysfonction érectile, peut provoquer une sensibilité à la lumière et donner une teinte bleutée aux objets regardés chez 3 à 11 % des utilisateurs. Ces effets peuvent durer jusqu'à cinq heures, voire plus, et pourraient être dangereux dans des situations où une identification correcte des couleurs de voyants bleus ou verts est requise.

11.8.43 Il n'existe pas de méthode normalisée, convenue à l'échelon international, pour évaluer la perception des couleurs chez les personnes travaillant dans l'environnement aéronautique. Certains États contractants testent régulièrement tous les pilotes et contrôleurs de la circulation aérienne et vérifient chaque œil séparément à l'aide d'une méthode qui dépiste les dyschromatopsies jaune-bleu en plus des anomalies plus courantes de perception du rouge et du vert. Ils peuvent ainsi détecter les dyschromatopsies acquises, qui sont rares mais importantes. Des tests appropriés seraient les planches SPP japonaises ou l'atlas H-R-R d'American Optical ou l'un des tests de tri de pastilles colorées basés sur le principe du test Farnsworth D-15.

11.8.44 Les accidents d'aéronefs dans lesquels la dyschromatopsie a été citée comme facteur contributif sont rares. Un exemple est le crash du vol FedEx 1448 (un Boeing 727) à Tallahassee en 2002, pendant une approche de vol à vue

de nuit, durant laquelle la dyschromatopsie du commandant de bord a entravé sa capacité à discerner les feux rouges et blancs du PAPI¹⁵. Les études sur la perception des couleurs dans l'environnement aéronautique sont restées limitées à ce jour. Il faut approfondir les recherches dans ce domaine pour déterminer avec précision l'importance de la perception des couleurs et quelles déficiences peuvent être autorisées sans compromettre la sécurité.

11.9 ÉVALUATION DES PATHOLOGIES DE L'ŒIL

11.9.1 Une des exigences pour l'obtention d'une attestation médicale est que les yeux et leurs annexes soient sains. Aux termes des paragraphes 6.3.3.1, 6.4.3.1 et 6.5.3.1 de l'Annexe 1, le fonctionnement des yeux et de leurs annexes doit être normal. Le candidat ne présentera pas d'état pathologique évolutif, aigu ou chronique, ni aucune séquelle d'opération ou de traumatisme des yeux ou de leurs annexes de nature à réduire le bon fonctionnement visuel au point d'empêcher le candidat d'exercer avec sécurité les privilèges de sa licence et de ses qualifications.

11.9.2 Les pathologies ci-après sont habituellement associées à une fonction visuelle réduite. Les candidats qui en sont atteints seront normalement déclarés médicalement inaptes dans l'attente d'une évaluation ophtalmologique complète par un ophtalmologiste agréé. Souvent, ces problèmes peuvent être traités, ce qui permet au candidat de re-solliciter une attestation après traitement fructueux.

Paupières et système lacrymal

- a) Destruction ou mauvais fonctionnement des paupières empêchant la protection de l'œil ou entraînant un frottement des cils sur la cornée.
- b) Cicatrices et adhérences des paupières l'une à l'autre ou au globe oculaire.
- c) Ptôsis altérant l'intégrité du champ visuel.
- d) Excroissance ou tumeur de la paupière autre que les petites lésions bénignes qui sont asymptomatiques et non évolutives.
- e) Obstruction des canaux lacrymaux suffisante pour provoquer un larmoiement.

Cornée

- a) Antécédents de kératites récidivantes, d'ulcères de la cornée, de cicatrices ou de vascularisation de la cornée gênant la vision.
- b) Dystrophie de la cornée de tous types, en ce compris le kératocône.

Appareil uvéal

- a) Antécédents d'uvéite antérieure, sauf si celle-ci était unique et sans séquelle. Tout antécédent d'une uvéite postérieure (choroïdite) ou de signes de dégénérescence chorio-rétinienne, sauf dans les dégénérescences mineures n'affectant pas la vision centrale ou périphérique, lorsque ces signes sont vérifiés par des méthodes cliniques ordinaires.

15 PAPI : Indicateur de trajectoire d'approche de précision — série de feux blancs et rouges qui aident les pilotes à déterminer s'ils sont sur une pente d'approche appropriée à la piste.

- b) Colobome de la choroïde ou de l'iris.

Rétine et nerf optique

- a) Toute dégénérescence tapéto-rétinienne de la rétine, y compris les rétinopathies pigmentaires.
- b) Lésions maculaires importantes de quelque étiologie que ce soit.
- c) Décollement de la rétine ou rétinoshisis.
- d) Antécédent de névrite optique de quelque étiologie que ce soit.
- e) Atrophie optique de quelque étiologie que ce soit.

Cristallin

- a) Opacités du cristallin (cataractes) affectant l'acuité visuelle, le champ visuel ou provoquant l'éblouissement.
- b) Aphakie (unilatérale ou bilatérale).
- c) Luxation complète ou partielle d'un cristallin.

Maladies et défauts divers

- a) Glaucome (examiné en détail ci-après).
- b) Tumeur de l'œil, de ses annexes ou de l'orbite.
- c) Fracture de l'orbite altérant la mobilité du globe oculaire ou créant une communication entre l'orbite et les sinus paranasaux ou la cavité crânienne.
- d) Nystagmus pathologique de quelque étiologie que ce soit.
- e) Perte des réflexes pupillaires normaux, de quelque étiologie que ce soit.
- f) Présence de corps étrangers dans la cavité oculaire.
- g) Nyctalopie.
- h) Toute autre blessure, maladie ou altération du système oculo-visuel qui, de l'avis du médecin-examineur, pourrait compromettre l'exercice sûr des fonctions de pilote ou de contrôleur de la circulation aérienne.

11.10 GLAUCOME

11.10.1 Bien que le glaucome soit plus courant chez les personnes âgées, il peut survenir à tout âge, de sorte que la mesure de la tension intra-oculaire (tonométrie) devrait faire partie de l'examen oculaire de tous les candidats.

11.10.2 Le diagnostic de glaucome n'est pas toujours facile à poser. Un accroissement de la tension intra-oculaire n'est qu'un des facteurs de risque. En effet, il existe des cas de tension intra-oculaire supérieure à la normale, non accompagnés de dommages démontrables du nerf optique (hypertension oculaire). Dans d'autres cas, des dommages glaucomateux typiques affectent le nerf optique avec perte concomitante de champ visuel — la caractéristique du glaucome — malgré des mesures de la tension intra-oculaire considérées généralement comme normales (glaucome à pression normale). Ces cas sont difficiles à diagnostiquer et à prendre en charge.

Méthodes d'examen de la tension intra-oculaire

11.10.3 L'estimation de la pression oculaire par palpation est très imprécise et n'est utile que pour détecter une hausse marquée de la pression intra-oculaire, comme il s'en produit dans le cadre du glaucome aigu à angle fermé.

Tonométrie

11.10.4 La mesure de la pression intra-oculaire s'appelle la tonométrie. Deux méthodes sont utilisées dans la pratique clinique. La plus précise est l'aplanation ou aplatissement de la cornée à l'aide d'un tonomètre de contact monté sur une lampe à fente. Ces instruments sont onéreux et généralement non disponibles chez des médecins non spécialisés. Des instruments tenus à la main tels que le tonomètre de Perkins sont satisfaisants, moins chers et peuvent se révéler pratiques dans des situations où l'on pratique d'assez grands nombres d'examens de dépistage.

11.10.5 Les tonomètres d'aplanation à air sont disponibles et raisonnablement précis. Ils présentent l'avantage de ne pas exiger d'anesthésie topique.

11.10.6 La deuxième méthode de tonométrie est la méthode dite d'indentation. Les instruments d'indentation tels que le tonomètre de Schiøtz sont largement disponibles et raisonnablement précis s'ils sont bien entretenus et utilisés correctement. La tonométrie de Schiøtz se pratique sur un sujet allongé sur le dos. Le poids approprié est placé sur le piston du tonomètre. Une goutte d'anesthésique topique (tel que le chlorhydrate de proparacaine à 0,5 %) est déposée dans l'œil du candidat. Après dix à quinze secondes pour permettre à l'anesthésique de produire ses effets, l'examineur maintient les paupières ouvertes à l'aide du pouce et de l'index ou du majeur sans exercer de pression sur l'œil. Il est demandé au candidat de regarder le plafond (il peut être utile de lui demander de regarder son propre doigt maintenu au-dessus des yeux) pendant que le tonomètre est descendu doucement sur le centre de la cornée. L'examineur doit veiller à maintenir l'instrument vertical. Une légère fluctuation de l'aiguille du tonomètre est une bonne indication que l'instrument est positionné correctement et transmet les pulsations oculaires normales. La lecture de la graduation est notée et le tonomètre est retiré. Des tables normalisées de conversion (tables de Friedenwald) sont utilisées pour déterminer la pression intra-oculaire. Pour toute graduation lue, la pression oculaire dépendra du poids placé dans le tonomètre.

11.10.7 Si des valeurs cohérentes de pression intra-oculaire égales ou supérieures à 24 mm Hg sont enregistrées ou s'il existe une différence d'au moins 5 mm Hg entre les deux yeux, le candidat doit être adressé à un ophtalmologiste, qui procédera à un examen plus détaillé avec gonioscopie, fond d'œil, examens du champ visuel et tous autres tests nécessaires pour déterminer le type et la gravité du glaucome et décider si un traitement est requis ou non.

Traitement

11.10.8 Le traitement dépend du type de glaucome. Si le glaucome est secondaire à une pathologie sous-jacente, telle que l'uvéite antérieure, le traitement sera celui de la pathologie sous-jacente.

11.10.9 Le glaucome à angle fermé, beaucoup moins fréquent que le glaucome à angle ouvert, est généralement traité par iridotomie au laser ou iridectomie chirurgicale.

11.10.10 Le glaucome primaire à angle ouvert est de loin le type le plus courant. Il peut être traité au laser ou par chirurgie conventionnelle, mais, dans la plupart des régions du monde, un traitement médicamenteux topique est préféré comme traitement initial. Un traitement au laser ou une intervention filtrante sont utilisés pour les patients dont le glaucome ne peut être maîtrisé de façon satisfaisante par des médicaments.

11.10.11 De nombreux médicaments sont disponibles pour traiter le glaucome et ce domaine thérapeutique est en pleine évolution. Voici les principaux groupes de produits pharmaceutiques utilisés pour traiter le glaucome primaire à angle ouvert :

- a) *Dérivés de l'adrénaline*. Ils sont utilisés en gouttes. Leur puissance est faible. Ils agissent en réduisant la production d'humeur aqueuse. Ils sont utiles chez les pilotes parce qu'ils n'induisent pas de sensation significative de vision trouble, mais ils peuvent provoquer une irritation locale des yeux ainsi que des effets systémiques tels que l'arythmie cardiaque. La dipivéphrine en est un exemple.
- b) *Myotiques*. Ils sont utilisés en gouttes. Leur puissance est forte. Ils agissent en augmentant l'écoulement de l'humeur aqueuse de l'œil. Cette catégorie comprend la pilocarpine, le carbachol, l'ésérine et l'iodure de phospholine. Ces médicaments induisent le myosis et un processus accommodatif qui rend la vision floue, surtout chez les jeunes. C'est pourquoi ils ne sont généralement pas autorisés pour les pilotes.
- c) *Bêta-bloquants*. Ils sont utilisés en gouttes. Ils agissent en réduisant la production d'humeur aqueuse. Ils sont puissants mais peuvent induire de nombreux effets secondaires systémiques, tels que la bradycardie, des problèmes affectant le système nerveux central et une aggravation de l'asthme. Ils sont utiles chez les pilotes à condition que les effets systémiques ne posent pas de problèmes. Parmi ces bêta-bloquants, citons le timolol, le métipranolol, le cartéolol, le lévobunolol et le bétaxolol.
- d) *Inhibiteurs de l'anhydrase carbonique*. S'utilisent en collyre et en préparation systémique. Ils ont une puissance modérée. Ils agissent en réduisant la production d'humeur aqueuse. Les préparations systémiques comprennent l'acétazolamide et le méthazolamide. Les effets secondaires systémiques limitent généralement leur utilisation à des traitements de courte durée. Les collyres de ce type peuvent être utilisés par les pilotes, car ils ont rarement des effets secondaires systémiques. Parmi les exemples de collyres inhibiteurs de l'anhydrase carbonique, citons le dorzolamide et le brinzolamide.
- e) *Analogues de la prostaglandine*. Ils sont utilisés en gouttes. Leur puissance est forte. Ils agissent en augmentant l'écoulement uvéoscléral de l'humeur aqueuse. Les effets secondaires étant rares, ces médicaments peuvent être utilisés par les pilotes. Le latanoprost (Xalatan®) en est un exemple.
- f) *Agonistes alpha 2-adrénergiques*. Ils agissent en réduisant la production d'humeur aqueuse et en augmentant l'écoulement uvéoscléral. L'apraclonidine et la brimodine sont utilisées en collyres. Elles peuvent provoquer des réactions allergiques chez certains patients.
- g) *Associations médicamenteuses*. Des associations de groupes des médicaments susmentionnés sont disponibles. Elles sont utiles parce qu'elles simplifient la posologie et garantissent un meilleur respect du traitement par le patient. Elles induisent les effets secondaires de leurs composants, de sorte que celles qui contiennent de la pilocarpine ne seront pas appropriées pour la plupart des pilotes. Parmi les exemples d'associations médicamenteuses disponibles, citons les associations dipivéphrine/ lévobunolol, pilocarpine/timolol et dorzolamide/timolol.

11.10.12 Le traitement médical du glaucome primaire à angle ouvert doit être adapté à chaque individu. L'aptitude à piloter dépendra des médicaments requis pour enrayer la maladie et des éventuels effets secondaires qu'ils induisent.

11.10.13 Les candidats dont les tensions oculaires sont bien maîtrisées au moyen de médicaments n'induisant pas d'effets secondaires significatifs et dont l'acuité visuelle et le champ visuel sont satisfaisants peuvent répondre aux exigences de l'Annexe 1 et se voir octroyer une attestation médicale d'aptitude.

11.10.14 Des examens révisionnels réguliers sont obligatoires pour les patients atteints de glaucome et pour les individus présentant une hypertension oculaire. Ces examens doivent comporter une mesure de l'acuité visuelle, une mesure de la tension oculaire, une évaluation du disque du nerf optique, des examens du champ visuel et une évaluation des effets secondaires des médicaments.

11.11 CONCLUSION

11.11.1 Comme dans tous les domaines techniques, les évolutions s'accroissent d'année en année, aussi bien en aéronautique qu'en médecine. De nouvelles générations d'aéronefs et de systèmes de navigation ainsi que des améliorations des instruments et de nouvelles façons de gérer un espace aérien de plus en plus congestionné posent des défis aux pilotes, au personnel d'appui au sol, aux contrôleurs de la circulation aérienne et à ceux qui ont pour mission de veiller à la santé des travailleurs du secteur aéronautique et d'améliorer le confort et la sécurité de leur lieu de travail. L'amélioration des techniques chirurgicales et de la prise en charge médicale de nombreux troubles permet à des individus qui auraient peut-être dû arrêter de travailler dans l'environnement aéronautique de continuer à y œuvrer avec efficacité et en toute sécurité.

11.11.2 Vu le délai inévitable entre la rédaction et la publication, certaines des informations présentées dans ce chapitre sont peut-être déjà obsolètes ou le seront bientôt. Ce sera probablement le cas pour les sections traitant de la chirurgie réfractive et des médicaments contre le glaucome. Une actualisation sera nécessaire dans quelques années pour tenir compte des progrès en médecine et de l'évolution des exigences imposées aux pilotes et aux contrôleurs de la circulation aérienne, la préoccupation essentielle restant la sécurité aérienne.

— — — — —

SUPPLÉMENT

ÉVALUATION DE DÉFAUTS SIGNIFICATIFS DE LA VISION BINOCULAIRE

1. Un défaut significatif de la vision binoculaire implique soit la présence, soit l'augmentation d'un risque de symptômes visuels incompatibles avec la sécurité aérienne. Un candidat peut avoir une vision binoculaire anormale ou une absence de vision binoculaire, au sens ophtalmologique traditionnel de ces termes, sans présenter de symptômes importants pour la sécurité aérienne. Par contre, un candidat peut présenter une vision binoculaire en apparence normale qui, dans certaines situations, peut se décompenser en induisant des symptômes incompatibles avec la sécurité aérienne. Pour évaluer la vision binoculaire dans le contexte de la médecine aéronautique, il faut donc déterminer comment les deux yeux coopèrent et évaluer la stabilité de cette coopération.

Vision binoculaire normale

2. Dans la vision binoculaire normale, un objet vu produit une image sur les deux rétines de l'observateur aux points rétiens correspondants, c'est-à-dire aux points qui ont des valeurs directionnelles identiques. Ensuite, l'intégration cérébrale des deux images (fusion sensorielle) permet à l'observateur de voir l'objet comme unique, à une distance donnée et dans une direction particulière. Traditionnellement, la vision binoculaire normale est considérée comme composée de trois éléments : la perception simultanée, la fusion et la stéréopsie.

3. La présence et le maintien d'une vision binoculaire normale exigent une coordination précise des mouvements des deux yeux pour garantir que l'objet regardé produise une image aux points rétiens correspondants. C'est l'élément moteur de la fusion. La fusion est l'intégration des informations visuelles des deux yeux en une perception unique, unifiée. Comme mentionné ci-dessus, elle comporte une composante sensorielle et une composante motrice. Il est possible de mesurer la composante motrice en déterminant la capacité de surmonter le déplacement prismatique de l'image rétinienne dans une direction donnée. Ces mesures de la réserve de fusion sont appelées amplitudes de fusion et sont normalement plus grandes en vision rapprochée qu'en vision à distance, et beaucoup plus grandes horizontalement que verticalement.

Stéréopsie

4. La stéréopsie est la perception de la troisième dimension obtenue à partir d'images rétiennes aptes à être fusionnées mais légèrement différentes. Elle est très importante pour la perception de la profondeur à courte distance, mais beaucoup moins importante à des distances supérieures à 30 m environ. Elle n'est pas exigée pour garantir la sécurité aérienne.

Mécanismes d'adaptation

5. Dans le strabisme manifeste, un objet produit une image sur des points rétiens non correspondants et peut être perçu comme double (diplopie). Chez les sujets ayant un système nerveux central immature (moins de huit ans), l'adaptation cérébrale se développe en général pour surmonter la diplopie. Les adaptations sensorielles au strabisme incluent la suppression (élimination de l'image de l'œil déviant) et une correspondance rétinienne anormale (attribution de nouvelles valeurs directionnelles à des points rétiens de l'œil déviant).

Suppression

6. La suppression est un réflexe inhibiteur positif développé pour permettre à l'aire visuelle du cortex occipital d'ignorer les informations visuelles venant d'un œil déviant, afin d'éviter la diplopie. Dans le strabisme alternant, la suppression change d'un œil à l'autre, en fonction de l'œil utilisé. Dans le strabisme unilatéral, la suppression se fait toujours dans l'œil déviant. La taille, la forme et la densité ou la profondeur du scotome de suppression diffèrent selon le type de strabisme.

7. Chez la plupart des sujets atteints de strabisme avec suppression, la totalité de la partie du champ visuel de l'œil déviant qui chevauche le champ visuel de l'œil fixateur est supprimée. Le reste du champ visuel de l'œil déviant n'est pas supprimé. Ainsi, l'œil déviant contribue toujours au champ de vision binoculaire général d'un patient atteint de strabisme et ce, de deux façons. Ni la zone correspondant à la tache de Mariotte de l'œil fixateur ni la zone temporale périphérique falciforme de l'œil déviant ne sont supprimées. Le champ binoculaire est plus petit (plus étroit) chez les patients ésotropes et plus grand (plus large) chez les patients exotropes.

8. La zone centrale de la rétine sépare la zone temporale de la rétine reliée à un côté du cerveau de la zone nasale de la rétine reliée à l'autre côté du cerveau. Lorsque l'image de la cible fixée traverse cette partie centrale depuis le côté nasal vers le côté temporal et inversement, elle stimule un mécanisme de « déclenchement » (mécanisme de déclenchement hémirétinien) qui détermine s'il y aura diplopie ou suppression. La suppression se développe chez le patient dont la vision est immature, afin d'éviter la diplopie. L'image de l'objet fixé se forme toujours du même côté de la rétine de l'œil déviant et est supprimée. Si toutefois la déviation passe de l'ésotropie à l'exotropie ou inversement, cela crée une nouvelle situation qui engendre la diplopie. C'est le changement de position de l'image rétinienne d'une moitié de la rétine vers l'autre qui déclenche le passage de la suppression à la diplopie et vice versa, chaque fois que les champs visuels se chevauchent. Le risque de sortir de la zone de suppression et de devenir diplopie est donc le risque de passer de l'ésotropie à l'exotropie ou vice versa.

9. Le syndrome de monofixation se caractérise par une hétérotropie mineure avec fixation paracentrale et bonne fusion périphérique. Il y a suppression de la macula de l'œil déviant uniquement. Le risque de diplopie est minime et dépend de l'amplitude de fusion périphérique, qui maintient l'alignement oculaire.

10. Le degré de suppression varie d'un patient à l'autre. Pour amener un patient à prendre conscience des images perçues par l'œil déviant, il faut réduire l'éclairement de la rétine de l'œil fixateur jusqu'à ce que le patient voie double. Le meilleur moyen d'y parvenir est d'utiliser une série de filtres rouges de densité croissante sous la forme d'une échelle (barre de filtres de Bagolini¹⁶). Le patient fixe une petite source lumineuse et les filtres sont placés devant l'œil fixateur. Certains patients voient double avec un filtre de faible densité ; d'autres ont besoin d'un filtre de plus forte densité avant de reconnaître leur diplopie. Plus faible est la densité du filtre nécessaire pour engendrer la diplopie, plus superficielle est la suppression, ce qui indique un risque accru de diplopie. Chez les individus ayant une fusion normale, le fait de placer des filtres de densité neutre gradués devant un œil ou l'autre va, à un certain niveau de densité, empêcher la fusion et provoquer la perception de deux lumières, soit ensemble (orthophorie), soit dissociées (diplopie avec hétérophorie).

Correspondance rétinienne anormale

11. La correspondance rétinienne anormale (CRA) est une adaptation neutre au mauvais alignement des yeux, dans laquelle des points rétiens non correspondants sont reliés dans le cortex visuel pour assurer une fusion binoculaire. Lorsque les deux yeux sont utilisés, la CRA fonctionne en utilisant une modification de la direction visuelle des points rétiens de l'œil déviant afin qu'un point extrafovéal de cet œil corresponde à la fovéa de l'œil correctement aligné. La CRA, tout comme la suppression, peut exister dans l'un ou l'autre œil dans le cas d'un strabisme alternant. Le risque de

16 Barre de filtres de Bagolini : série de filtres rouges fabriquée par *Sbisa Industriale SpA*, Italie.

diplopie est présent chez les individus qui ont un mécanisme de fusion faible et une CRA instable. Il est, par contre, très improbable chez ceux qui combinent CRA et fusion périphérique (y compris une certaine réserve de fusion motrice), voire stéréopsie brute.

SYMPTÔMES

Asthénopie

12. L'asthénopie provoque des symptômes tels que rougeur, sécheresse, inconfort des yeux, sensation de lourdeur des yeux et incapacité d'utiliser les yeux pendant plus qu'un bref laps de temps. Dans certains cas, le sujet peut ressentir une douleur dans les yeux ou avoir des céphalées. Les symptômes peuvent indiquer une baisse de l'accommodation, une amétropie ou une hétérophorie, parfois avec réduction des amplitudes de fusion. Ils sont généralement plus prononcés lorsque le sujet effectue un travail de précision. D'autres pathologies, telles que la conjonctivite et l'uvéïte antérieure, peuvent provoquer des symptômes similaires.

13. Les patients souffrant d'asthénopie doivent faire l'objet d'un examen oculaire complet, avec mesure de la réfraction, mesure de l'accommodation et évaluation de l'alignement oculaire et de l'état de la vision binoculaire.

Diplopie

14. La diplopie ou vision double désigne le fait de voir un objet unique en deux endroits différents.

15. La diplopie, même intermittente, est généralement incompatible avec la sécurité aérienne, qui exige une absence de diplopie lorsque l'on regarde droit devant soi, vers le bas et vers les côtés. Les sujets qui sont diplopiques uniquement dans la zone extrême de la vision latérale vers le haut peuvent être autorisés à exercer des fonctions aéronautiques. La diplopie monoculaire, de quelque étiologie qu'elle soit, est disqualifiante.

Instabilité de la perception spatiale

16. Les sujets atteints de strabisme alternant peuvent constater un déplacement de la position apparente des objets lorsqu'ils alternent la fixation et cela peut les gêner. Ce phénomène semble plus susceptible de causer des problèmes dans le strabisme à grand angle.

17. L'instabilité de la perception spatiale est incompatible avec la sécurité aérienne. Les patients atteints de strabisme alternant, qui fixent toujours avec le même œil à distance et avec l'autre œil en vision rapprochée, n'auront pas cette impression de déplacement des objets et pourront être considérés aptes. Des modifications de la réfraction peuvent provoquer une instabilité de la fixation, incompatible avec la sécurité aérienne.

Vision binoculaire

18. L'évaluation de la vision binoculaire peut être envisagée dans le cadre des tests de *dépistage* et de *l'évaluation* détaillée.

Dépistage

19. Le candidat asymptomatique qui n'a aucun antécédent de traitement du strabisme à l'aide de caches, de traitement orthoptique ou de chirurgie doit subir une évaluation portant sur l'acuité visuelle, la réfraction, l'oculomotricité et la santé générale des yeux. L'alignement des yeux doit être évalué avec des tests de masquage utilisant des lunettes ou des lentilles de contact de correction appropriées. L'évaluation sensorielle avec le test de Worth, la mesure de la stéréopsie et des amplitudes de fusion sont utiles pour évaluer l'état de la vision binoculaire.

Évaluation

20. Les candidats qui ne réussissent pas normalement les tests de dépistages mentionnés doivent être examinés par un ophtalmologiste. Sur la base d'une évaluation sensorielle et motrice complète du candidat, l'ophtalmologiste peut être à même d'estimer le risque de diplopie ou d'instabilité de la perception spatiale.

21. Les symptômes de diplopie ou d'instabilité de la perception spatiale ou un risque élevé de présenter de tels symptômes sont disqualifiants pour les certificats de classe 1 et 2. Un risque modéré de tels symptômes peut être acceptable pour un certificat de classe 2. Un risque mineur de tels symptômes peut être acceptable pour une certification de classe 1.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 12. OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE	III-12-1
12.1 Introduction	III-12-1
12.2 L'oreille externe	III-12-2
12.3 La membrane du tympan	III-12-2
12.4 L'oreille moyenne	III-12-3
12.5 Évaluation post-chirurgicale	III-12-6
12.6 Évaluation de l'audition	III-12-7
Anatomie et physiologie	III-12-10
12.7 Bruit	III-12-11
Protection acoustique individuelle	III-12-12
Les protecteurs d'oreille	III-12-12
12.8 Épreuves d'audition et examens fonctionnels	III-12-14
Épreuves de la voix chuchotée et de la voix parlée	III-12-14
Épreuves du diapason	III-12-15
Épreuve de Weber	III-12-15
Épreuve de Rinne	III-12-15
Les simulateurs	III-12-16
Épreuve de Lombard	III-12-16
12.9 Audiométrie	III-12-16
Effet de masque	III-12-17
Audiogramme	III-12-17
Étalonnage des audiomètres	III-12-18
Audiométrie vocale	III-12-18
12.10 Méthode d'examen des candidats qui peuvent présenter des troubles auditifs	III-12-20
Épreuve d'intelligibilité du langage articulé en présence de bruits ambiants	III-12-20
12.11 Types de perte d'audition	III-12-22
Perte d'audition monauriculaire	III-12-22
Presbycusie	III-12-22
12.12 Prothèses acoustiques	III-12-22
12.13 Nez et sinus paranasaux	III-12-24
Le nez	III-12-24
Les sinus paranasaux	III-12-24
12.14 États pathologiques	III-12-25
Le rhume banal	III-12-25
Les allergies	III-12-25
La sinusite barotraumatique	III-12-26
12.15 Le larynx	III-12-26
12.16 L'appareil vestibulaire	III-12-27
Désorientation spatiale	III-12-27
12.17 Antécédents	III-12-28

12.18	L'examen physique	III-12-28
12.19	L'épreuve calorique	III-12-29
12.20	L'électronystagmographie/la vidéonystagmographie	III-12-30
	Méthode employée	III-12-30
Références	III-12-30

Chapitre 12

OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE

12.1 INTRODUCTION

12.1.1 Le présent chapitre est consacré aux principes de l'évaluation oto-rhino-laryngologique du point de vue des fonctions aéronautiques. Le médecin-examineur devrait bien connaître les exigences des fonctions de vol ou d'autres fonctions aéronautiques dans les domaines de l'audition, de l'équilibre et de la parole.

12.1.2 Les présents éléments indicatifs n'ont pas de caractère normatif ; leur principal objet est d'aider à mettre en application les dispositions de l'Annexe 1. Ils exposent des méthodes d'évaluation complète des candidats chez lesquels il y a des indices ou des manifestations évidentes d'une pathologie oto-rhino-laryngologique. Ils doivent en outre servir de guide pour l'évaluation de candidats normaux, supposés sains, à des licences de personnel aéronautique. L'examineur doit s'assurer que le candidat est capable d'exercer avec fiabilité les fonctions d'audition, d'équilibre et de parole nécessaires à l'exécution sûre des tâches aéronautiques.

12.1.3 L'objectif est aussi de parvenir, à terme, à uniformiser les procédures à l'échelle internationale et à obtenir des résultats comparables lors de l'évaluation de cas limites dans la perspective d'une certification.

12.1.4 Dans le domaine de l'oto-rhino-laryngologie (ORL), l'Annexe 1 énonce les exigences suivantes :

6.3.2.24 Le candidat ne présentera pas d'anomalie ou de maladie de l'oreille ou des structures connexes qui soit susceptible de l'empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de sa licence et de ses qualifications.

6.3.2.25 Il n'existera pas :

- a) de trouble de l'appareil vestibulaire ;
- b) de dysfonction grave des trompes d'Eustache ;
- c) de perforation non cicatrisée de la membrane tympanique.

6.3.2.25.1 Une seule perforation non suppurante de la membrane tympanique n'entraînera pas nécessairement l'inaptitude du candidat.

6.3.2.26 Il n'existera pas :

- a) d'obstruction nasale ;
- b) de malformation ou d'affection de la cavité buccale ou de l'appareil respiratoire supérieur

qui soit susceptible d'empêcher le candidat d'exercer avec sécurité les privilèges de sa licence et de ses qualifications.

6.3.2.27 Les candidats qui souffrent de bégaiement ou d'un autre défaut d'élocution assez marqué pour gêner les communications vocales seront déclarés inaptés.

12.1.5 En outre, l'Annexe 1 contient des dispositions relatives aux conditions des tests d'audition, décrites plus loin dans ce chapitre.

12.2 L'OREILLE EXTERNE

Généralement, des maladies de l'oreille externe et du conduit auditif, telles que l'otite externe ou les furoncles, peuvent être temporairement, mais pas définitivement, disqualifiantes pour les pilotes. Lorsqu'il est impossible à l'examineur de voir le tympan et lorsque l'audition est nettement déficiente du fait d'une obstruction, le candidat devrait recevoir les soins que réclame son état avant de se présenter à nouveau devant le médecin pour que celui-ci puisse terminer son examen.

12.3 LA MEMBRANE DU TYMPAN

12.3.1 Il convient de bien connaître la topographie de la membrane du tympan. Celle-ci est légèrement conique, comme le diaphragme d'un haut-parleur. Elle est aussi légèrement inclinée, de sorte que sa partie supérieure est plus externe ou plus proche de l'œil de l'examineur que sa partie inférieure. La concavité de la membrane tympanique et sa position par rapport au conduit auditif peuvent subir de légères variations à l'état normal et être considérablement modifiées par la maladie.

12.3.2 La membrane d'un tympan normal est d'ordinaire gris perle. L'apophyse longue et l'apophyse courte du marteau viennent s'insérer dans la membrane tympanique (Figure III-12-1). L'apophyse courte constitue une saillie en forme de petit bouton à l'extrémité supérieure de l'apophyse longue (ou manche) du marteau. Le marteau est la structure clé qui divise le tympan en quatre quadrants. Une ligne tracée de haut en bas à travers le marteau délimite les moitiés antérieure et postérieure. Si l'on trace une ligne perpendiculaire au marteau au niveau de l'ombilic du tympan (extrémité inférieure du marteau), on obtient quatre quadrants : le quadrant antéro-supérieur, le quadrant antéro-inférieur, le quadrant postéro-supérieur et le quadrant postéro-inférieur. Ces régions de référence jouent un rôle important dans le compte rendu des anomalies relevées.

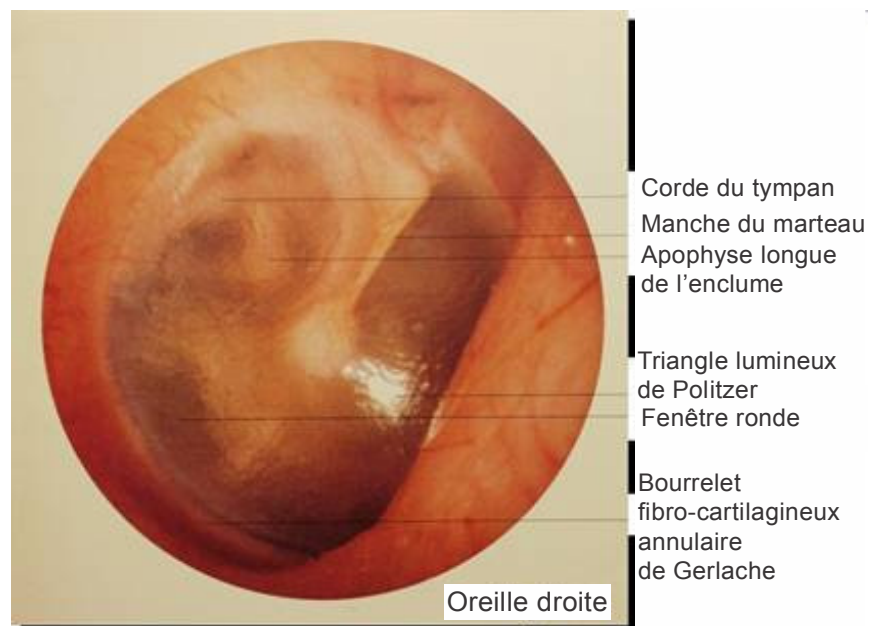


Figure III-12-1. Membrane du tympan normale

12.3.3 Si le triangle lumineux de Politzer (cône lumineux de Wilde) est dirigé vers le menton, on peut en conclure que la position du tympan est normale. En cas de rétraction du tympan, le cône lumineux se déplace vers le bas, c'est-à-dire, du point de vue de la position, de 4 heures à 6 heures (oreille droite). Les constatations du médecin doivent être consignées par rapport au cadran et par quadrant (voir Figure III-12-2).

12.3.4 Les lésions de la membrane tympanique peuvent provenir d'une infection suppurée, d'un traumatisme direct, comme une négligence dans l'emploi d'un instrument, ou d'une lésion indirecte, comme une claque sur l'oreille ou une otite barotraumatique. Les manifestations de la lésion peuvent aller d'une hyperémie légère à une perforation déchiquetée du tympan.

12.3.5 Lors de l'examen des oreilles, le médecin notera les perforations et les perforations cicatrisées. Les perforations cicatrisent généralement bien, mais le tissu cicatriciel est plus mince, plus transparent et aussi plus flaccide en présence de pressions positives et négatives alternées comme celles que produit un otoscope pneumatique. Il convient d'indiquer si les perforations sont petites ou grandes, marginales ou centrales, et de préciser leur emplacement en les localisant par quadrant ou au moyen des chiffres du cadran d'une montre. Il convient aussi de décrire le type d'écoulement, en indiquant notamment s'il est léger, inodore, si sa consistance est mucoïde ou épaisse, s'il est purulent et dégage une odeur fétide. Les parties atrophiées de la membrane tympanique sont une source d'inquiétude particulière parce qu'elles peuvent se déchirer si elles sont exposées à une augmentation même infime de la pression différentielle. Une perforation soudaine pendant la descente peut provoquer un vertige alternobare et une incapacité aiguë. En raison de leur fragilité, les zones atrophiées doivent, dans un contexte de médecine aéronautique, être traitées comme s'il s'agissait de vraies perforations. La présence de masses de déchets d'un blanc grisâtre peut être un signe de cholestéatome, qui peut aussi entraîner une incapacité aiguë avec vertiges et/ou perte d'audition. La présence de tissus de granulations dans la région générale de la membrane tympanique indique d'ordinaire qu'il y a protrusion du tissu de l'oreille moyenne par une petite perforation du tympan. Cela se produit souvent dans la partie supérieure de la membrane tympanique : pars flaccida ou membrane flaccide de Shrapnell¹. Un candidat ne devrait pas être déclaré apte avant que tous ces états n'aient fait l'objet d'un examen et d'une évaluation complets.

12.4 L'OREILLE MOYENNE

12.4.1 Nombre d'états pathologiques et de maladies de l'oreille moyenne traduisent leur présence par des modifications de la couleur, de la position ou de l'intégrité de la membrane tympanique.

12.4.2 L'otite barotraumatique moyenne est un état pathologique aigu ou chronique provoqué par la différence de pression entre l'air ambiant et celui de l'oreille moyenne. Cet état se caractérise par une sensation d'« oreille pleine », de surdité, de douleur, par des acouphènes et, parfois, par des vertiges. C'est le trouble auditif le plus courant de nos jours parmi les membres du personnel navigant. Les constatations otoscopiques de l'otite barotraumatique peuvent être classées en 5 ou 6 niveaux d'après Teed². Dans la classification de Teed à 6 niveaux, le niveau 0 est un état avec symptômes subjectifs mais pas de signes otologiques ; le niveau 1, une rougeur diffuse et une rétraction de la membrane du tympan ; le niveau 2, une hémorragie légère avec rétraction de la membrane du tympan ; le niveau 3, une hémorragie importante avec rétraction de la membrane ; le niveau 4, un écoulement de sang ou de fluides dans l'oreille moyenne ; et le niveau 5, une perforation de la membrane du tympan. Dans la classification à 5 niveaux, les niveaux 2 et 3 sont fusionnés. Il importe de donner une description exacte des constatations pour déterminer le pronostic. Il convient en outre de tenir compte d'autres constatations (douleur, perte d'audition, vertiges). Les signes et symptômes de l'otite barotraumatique ne sont pas compatibles avec l'exercice de fonctions aéronautiques.

1 Du nom d'Henry J. Shrapnell, anatomiste anglais (1761-1841).

2 Du nom de R.W. Teed, otologiste américain (XX^e siècle).

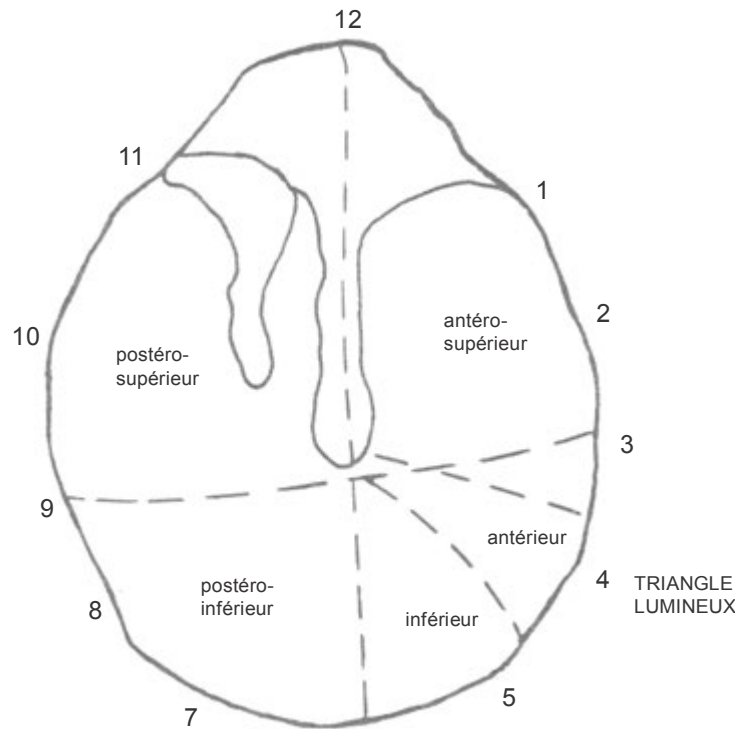


Figure III-12-2. Tympan de l'oreille droite — quadrants et cadran

12.4.3 Du fait des variations relativement rapides de la pression atmosphérique pendant le vol, il est indispensable que des échanges d'air puissent s'effectuer librement entre l'oreille moyenne et l'environnement, de façon à maintenir un équilibre constant entre la pression à l'intérieur et à l'extérieur de la membrane tympanique. Dans des conditions normales, cet équilibre se maintient par l'intermédiaire de la trompe d'Eustache³. L'extrémité pharyngienne de la trompe est en forme de fente et fonctionne comme un clapet anti-retour. La lumière est fermée sauf lorsque le sujet déglutit, bâille, mâche, etc.

12.4.4 En montée, il y a expansion de l'air dans l'oreille moyenne. L'hyperpression qui règne dans la caisse du tympan oblige la trompe d'Eustache à s'ouvrir, la pression de l'oreille moyenne se rééquilibre et la membrane tympanique reprend sa position normale, avec un claquement ou un « clic ». À la descente, la pression atmosphérique augmente à mesure que l'avion perd de l'altitude et le résultat est totalement différent. L'extrémité pharyngienne collabée de la trompe d'Eustache fonctionne alors comme un clapet et interdit l'entrée de l'air. Les membres d'équipage doivent penser à déglutir, à bâiller ou à exécuter les manœuvres de Valsalva⁴ pendant la descente. Au cours de la déglutition, les lèvres de l'orifice tubaire sont contraintes de s'ouvrir et l'air se précipite dans l'oreille moyenne, ce qui égalise les pressions.

12.4.5 Lorsqu'un candidat n'est pas en mesure d'égaliser les pressions, au besoin en faisant consciemment un effort pendant la descente, il éprouve rapidement une sensation de surdité avec acouphènes et douleur dans l'oreille. Dans des cas exceptionnels, des vertiges graves peuvent survenir en raison d'un barotraumatisme de l'oreille interne. Une rupture de la membrane au niveau de la fenêtre ronde ou de la fenêtre ovale peut se produire. Si la pression différentielle

3 Trompe d'Eustache : canal pharyngo-tympanique (auditif) ou *tuba auditiva*. Du nom de Bartolommeo Eustachio, anatomiste italien (1524-1574).

4 Manœuvre de Valsalva : Expiration forcée à bouche et nez fermés. Du nom d'Antonio M. Valsalva, anatomiste italien (1666-1723).

atteint 200 à 500 mm Hg, il peut y avoir rupture du tympan. Il convient de noter que l'otite barotraumatique moyenne peut se produire à faible altitude, même dans les cabines pressurisées des avions à réaction modernes. Les valeurs pertinentes des altitudes et des pressions correspondantes figurent au Tableau III-12-1.

12.4.6 Dans 85 % des cas ou plus, l'impossibilité d'équilibrer les pressions (et les lésions qui en résultent) est provoquée par une affection des voies respiratoires supérieures. L'obstruction de la trompe d'Eustache — lorsque les muqueuses sont congestionnées à la suite d'un rhume banal, par exemple — entraîne une résorption de l'air dans l'oreille moyenne. Les symptômes sont les suivants : oreille bouchée, perte d'audition (du type transmission) et, parfois, douleur. En l'absence de traitement à ce stade, il y a transsudation de liquide dans l'oreille moyenne : c'est l'otite moyenne séreuse aiguë. Le tympan tout entier peut revêtir une couleur ambrée, à moins que sa partie inférieure ne soit ambrée et sa partie supérieure, normale en apparence en raison de la présence du transsudat dans l'oreille moyenne. Une fine ligne noire barre souvent la membrane du tympan — c'est le ménisque d'un niveau de liquide. On aperçoit parfois des bulles d'air à travers le tympan.

12.4.7 De nombreux cas d'otite moyenne séreuse guérissent spontanément ou après insufflation de la trompe d'Eustache. Si le malade n'est pas soigné et que le liquide séjourne dans l'oreille moyenne pendant des semaines ou des mois, ce liquide peut s'épaissir et être à l'origine d'une perte d'audition permanente. Les malades de ce genre doivent être envoyés chez un oto-rhino-laryngologiste (ORL), aux fins d'évaluation et de traitement. En cas d'infection, la caisse du tympan peut se remplir de pus : c'est l'otite moyenne suppurée aiguë ou chronique. En l'absence de soins, il y a d'ordinaire rupture de la membrane tympanique et le pus s'écoule dans le conduit externe. L'otite moyenne suppurée doit cependant être considérée comme une forme d'abcès et le recours à la chirurgie peut être indiqué (paracentèse ou myringotomie), notamment si l'on considère les perspectives d'audition future. Lorsque le pus s'écoule, la guérison peut être rapide.

12.4.8 Les agents chimiothérapeutiques et les antibiotiques à large spectre sont souvent efficaces pour traiter les affections de l'oreille moyenne. Il est rare que l'on voie, de nos jours, des complications graves comme la mastoïdite, la thrombose d'un sinus et les abcès du cerveau. Toutefois, l'incidence de la surdité n'a pas diminué depuis la découverte des antibiotiques. Les antibiotiques ne guérissent pas toujours complètement ces infections et une otite « qui traîne » peut persister pendant des semaines, avec pour seuls symptômes la sensation d'oreille bouchée et la surdité.

Tableau III-12-1. Relation altitude/pression

Altitude en mètres	Altitude en pieds	Pression (mm Hg)
0	0	760
600	2 000	706
1 200	4 000	656
1 850	6 000	609
2 450	8 000	564
3 050	10 000	522
3 960	13 000	460

Tableau III-12-2. Diagnostic différentiel de l'otite barotraumatique moyenne, de l'otite moyenne et de l'otite externe.

<i>Otite barotraumatique moyenne</i>	<i>Otite moyenne</i>	<i>Otite externe</i>
Due à des changements de pression barométrique	Inflammatoire	Inflammatoire
Rétraction du tympan	Bombement du tympan	Il peut être impossible de voir le tympan s'il y a obstruction du conduit
Accentuation de la protubérance du tympan	Oblitération de la protubérance du tympan	
Rupture de vaisseaux	Érythème diffus	
Pas d'épaississement du tympan	Épaississement du tympan	Possibilité d'épaississement du tympan, si visible
D'ordinaire, pas de fièvre	D'ordinaire, présence de fièvre	Fièvre possible
Numération leucocytaire normale	Numération leucocytaire élevée	Numération leucocytaire élevée
Présence de liquide séro-sanguin dans l'oreille moyenne	Présence de liquide séreux ou séropurulent dans l'oreille moyenne	Pas de liquide dans l'oreille moyenne
Audition normale ou légèrement diminuée	Surdit�e profonde	Audition normale si le conduit n'est pas obstruée
Pas de douleur en cas de pression sur le tragus et de mouvement du pavillon de l'oreille	Pas de douleur en cas de pression sur le tragus et de mouvement du pavillon de l'oreille	Douleur en cas de pression sur le tragus et de mouvement du pavillon de l'oreille
Pas d'enflure du conduit	Enflure légère ou nulle du conduit	Enflure du conduit

12.4.9 Avant qu'un candidat ne soit admis à l'instruction en vol, il est indispensable d'examiner la fonction de ses trompes d'Eustache par des méthodes cliniques, comme la manœuvre de Valsalva. Il faut veiller à dépister les candidats atteints d'affections inflammatoires chroniques du nez ou des annexes aux fosses nasales. Les maladies suppurées chroniques de l'oreille moyenne doivent être soigneusement évaluées. Une érosion lente mais progressive de la capsule labyrinthique osseuse due au développement d'un cholestéatome (le symptôme dit « de la fistule ») devrait être exclue. Un candidat peut être déclaré apte après un processus aigu lorsque celui-ci a complètement disparu et que l'examen ne révèle aucune trace de maladie. On trouvera au Tableau III-12-2 un diagnostic différentiel de l'otite barotraumatique moyenne, de l'otite moyenne et de l'otite externe.

12.5 ÉVALUATION POST-CHIRURGICALE

12.5.1 Les opérations de l'oreille peuvent avoir une incidence sur l'aptitude à exercer des fonctions aéronautiques. Après une paracentèse simple sans complications et une mastoïdectomie simple, si le candidat ne ressent pas de vertige

et si son audition est conforme aux prescriptions de l'Annexe 1, il ne devrait pas y avoir de restrictions. Il convient d'évaluer avec soin les suites post-opératoires des mastoïdectomies radicales, qui provoquent des pertes d'audition monauriculaire graves et risquent d'entraîner des infections, des vertiges et des complications intracrâniennes. Avant de procéder à une évaluation définitive, l'examineur devrait envoyer le candidat consulter un spécialiste pour un examen otologique complet.

12.5.2 L'otospongiose est une des causes de perte d'audition de transmission chez les adultes. Le médecin-examineur se trouvera confronté au problème de savoir si un candidat qui a subi une intervention chirurgicale à la suite d'une otospongiose peut être considéré comme apte. Il se peut que l'examen physique ne révèle aucune trace de l'intervention chirurgicale antérieure. Avant toute évaluation, il est souhaitable de se documenter avec soin sur les antécédents du sujet et de procéder éventuellement à un examen otologique. Après 1960 environ, presque tous les malades souffrant d'otospongiose ont subi une opération connue sous le nom de stapédecotomie. Le chirurgien procédait à l'ablation de l'étrier et le remplaçait par une prothèse qui rétablissait la communication entre l'enclume et la fenêtre ovale ouverte. Cette prothèse était le plus souvent faite d'un fil d'acier inoxydable dont l'une des extrémités était attachée à l'enclume et l'autre pénétrait dans la fenêtre ovale. Le fil se terminait par un gel-mousse ou une boulette de graisse qui s'encastrait dans la fenêtre ovale. Dans certains cas, judicieusement choisis, le pourcentage de réussite était élevé. Plus récemment, la stapédecotomie a été supplantée par une « technique de la perforation ». Il s'agit d'une stapédotomie, où un petit trou est foré ou réalisé au laser et une petite prothèse en forme de piston est attachée à la longue apophyse de l'enclume. Une technique dite « de fermeture souple » est couramment utilisée. Elle consiste à fermer la fistule façonnée en utilisant une greffe de veine ou de tissu conjonctif pour éviter un déplacement latéral lors d'une ouverture accidentelle pendant une décompression soudaine pouvant provoquer des vertiges incapacitants.

12.5.3 Les candidats qui ont subi une chirurgie de l'étrier ne peuvent piloter pendant une période d'un à trois mois après l'opération, de façon à assurer une guérison complète. Au terme de cette période, un spécialiste procède à une évaluation ORL pour s'assurer de la perméabilité de la trompe d'Eustache et de l'absence de vertige, d'hypermétrie de type past-pointing (épreuve de la déviation des index), de nystagmus, de vacillements pendant la manœuvre de Valsalva et lorsque le sujet se mouche énergiquement.

12.5.4 À l'issue de ces trois mois, le candidat qui n'a pas ressenti de vertige et dont l'acuité auditive est acceptable après l'intervention ne peut être autorisé à piloter que sous réserve de restrictions opérationnelles telles qu'exercer les privilèges de sa licence uniquement en qualité de copilote ou avec un copilote ou avec un pilote de sécurité pendant une période d'observation de deux ans. La décision finale de lever ces restrictions devrait alors être envisagée.

12.5.5 Il est indispensable d'aviser l'intéressé des risques que présentent pour lui les infections des voies respiratoires supérieures ou tous autres états de nature à gêner la ventilation de l'oreille moyenne.

12.5.6 Un procédé chirurgical de reconstruction connu sous le nom de tympanoplastie est utilisé depuis 1956. La tympanoplastie a un double objet : d'une part, elle améliore l'audition et, d'autre part, elle sert à refermer les perforations du tympan, quelle que soit leur étendue, et à reconstituer les structures de l'oreille moyenne. Là encore, il faut être parfaitement au fait des antécédents du candidat.

12.5.7 Si le candidat a une audition conforme aux dispositions de l'Annexe 1, s'il ne présente pas de signes de vertige et si le nouveau tympan est intact et sain, le candidat devrait être déclaré apte sans restrictions.

12.6 ÉVALUATION DE L'AUDITION

12.6.1 L'audition de la plupart des candidats est plutôt bonne ou suffisante. Il existe toutefois des cas marginaux, et des modifications peuvent intervenir dans l'audition des candidats au fil du temps. En conséquence, les candidats doivent être soumis à des examens révisionnels de l'audition à intervalles spécifiés. Les conditions des tests d'audition et les exigences en matière d'audition sont précisées dans l'Annexe 1 comme suit :

6.2.5 Conditions des tests d'audition

- 6.2.5.1 Les États contractants utiliseront des méthodes d'examen qui garantiront des tests d'audition fiables.
- 6.2.5.2 Le candidat aura une acuité auditive suffisante pour exercer avec sécurité les privilèges de sa licence et de ses qualifications.
- 6.2.5.3 Les candidats à une attestation médicale de classe 1 subiront un test d'audiométrie à sons purs lors de l'examen pour la délivrance initiale de l'attestation, par la suite, un au moins tous les cinq ans jusqu'à l'âge de 40 ans, et ensuite, un au moins tous les deux ans.
- 6.2.5.3.1 D'autres méthodes donnant des résultats équivalents pourront être utilisées.
- 6.2.5.4 Les candidats à une attestation médicale de classe 3 subiront un test d'audiométrie à sons purs lors de l'examen pour la délivrance initiale de l'attestation, par la suite, un au moins tous les quatre ans jusqu'à l'âge de 40 ans, et ensuite, un au moins tous les deux ans.
- 6.2.5.4.1 D'autres méthodes donnant des résultats équivalents pourront être utilisées.
- 6.2.5.5 **Recommandation.**— *Il est recommandé que les candidats à une attestation médicale de classe 2 subissent un test d'audiométrie à sons purs lors de l'examen pour la délivrance initiale de l'attestation et, après l'âge de 50 ans, un au moins tous les deux ans.*
- 6.2.5.6 Lors des examens médicaux autres que ceux qui sont indiqués aux § 6.2.5.3, 6.2.5.4 et 6.2.5.5, à défaut de test audiométrique, les candidats subiront des épreuves à la voix chuchotée et à la voix parlée dans une pièce silencieuse.

Note 1.— Le zéro de référence pour l'étalonnage des audiomètres à sons purs est celui des normes pertinentes de l'édition actuelle du document intitulé Méthodes d'essais audiométriques, publié par l'Organisation internationale de normalisation (ISO).

Note 2.— Pour tester l'acuité auditive conformément aux spécifications applicables, une pièce silencieuse est une pièce dans laquelle l'intensité du bruit de fond est inférieure à 35 dB(A).

Note 3. — Pour tester l'acuité auditive conformément aux spécifications applicables, le niveau sonore de la voix moyenne de conversation à 1 m du point d'émission (lèvre inférieure du locuteur) est d'environ 60 dB(A), et celui de la voix chuchotée, d'environ 45 dB(A). À 2 m du locuteur, le niveau est inférieur de 6 dB(A).

Note 4.— Le Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984) contient des indications sur l'évaluation des candidats qui utilisent des prothèses auditives.

Note 5. — L'attention est appelée sur les spécifications du § 2.7.1.3.1 relatives à la délivrance d'une qualification aux instruments aux candidats titulaires d'une licence de pilote privé.

Le paragraphe 2.7.1.3.1 fait référence aux conditions applicables aux pilotes privés qui souhaitent obtenir une qualification aux instruments.

- 2.7.1.3.1 Les candidats titulaires de la licence de pilote privé auront montré qu'ils possèdent une acuité auditive conforme aux conditions requises pour la délivrance d'une attestation médicale de classe 1.

....

6.3 Attestation médicale de classe 1

....

6.3.4 Conditions d'audition

- 6.3.4.1 Le candidat, lors d'un examen au moyen d'un audiomètre à sons purs, ne présentera pas, pour chaque oreille prise séparément, une perte d'audition supérieure à 35 dB pour l'une quelconque des fréquences de 500, 1 000 et 2 000 Hz, ou supérieure à 50 dB pour la fréquence de 3 000 Hz.

6.3.4.1.1 Un candidat qui présente une perte d'audition supérieure aux limites ci-dessus pourra être déclaré apte s'il a une acuité auditive normale en présence d'un bruit de fond reproduisant ou simulant l'effet de masque des bruits du poste de pilotage sur la parole et les signaux radio.

Note 1. — Il est important que le bruit de fond représente le bruit dans le poste de pilotage du type d'aéronef pour lequel la licence et les qualifications du candidat sont valides.

Note 2. — Dans le texte destiné aux essais discriminatifs, on utilise normalement des expressions pertinentes à l'aviation et des mots phonétiquement équilibrés.

6.3.4.1.2 Comme solution de rechange, on peut effectuer une vérification de l'acuité auditive en vol, dans le poste de pilotage d'un aéronef du type pour lequel la licence et les qualifications du candidat sont valides.

....

6.4 Attestation médicale de classe 2

....

6.4.4 Conditions d'audition

Note. — L'attention est appelée sur les spécifications du § 2.7.1.3.1 relatives à la délivrance d'une qualification aux instruments aux candidats titulaires d'une licence de pilote privé.

6.4.4.1 Les candidats qui ne sont pas capables d'entendre la voix moyenne de conversation dans une pièce silencieuse par les deux oreilles et en se tenant le dos tourné à l'examineur, à une distance de 2 m de ce dernier, seront déclarés inaptes.

6.4.4.2 Les candidats qui, lors d'un examen au moyen d'un audiomètre à sons purs, présentent, pour chaque oreille prise séparément, une perte d'audition supérieure à 35 dB pour l'une quelconque des fréquences de 500, 1 000 et 2 000 Hz, ou supérieure à 50 dB pour la fréquence de 3 000 Hz, seront déclarés inaptes.

6.4.4.3 **Recommandation.**— *Il est recommandé que les candidats qui ne remplissent pas les conditions du § 6.4.4.1 ou 6.4.4.2 subissent de nouveaux tests conformes aux dispositions du § 6.3.4.1.1.*

6.5 Attestation médicale de classe 3

....

6.5.4 Conditions d'audition

6.5.4.1 Le candidat, lors d'un examen au moyen d'un audiomètre à sons purs, ne présentera pas, pour chaque oreille prise séparément, une perte d'audition supérieure à 35 dB pour l'une quelconque des fréquences de 500, 1 000 et 2 000 Hz, ou supérieure à 50 dB pour la fréquence de 3 000 Hz.

6.5.4.1.1 Un candidat qui présente une perte d'audition supérieure aux limites indiquées ci-dessus pourra être déclaré apte s'il a une acuité auditive normale en présence d'un bruit de fond reproduisant ou simulant celui d'un environnement de contrôle de la circulation aérienne représentatif.

Note 1.— La composition spectrale du bruit de fond n'est définie que dans la mesure où la gamme de 600 à 4 800 Hz (fourchette des fréquences vocales) est suffisamment représentée.

Note 2. — Dans le texte destiné aux essais discriminatifs, on utilise normalement des expressions pertinentes à l'aviation et des mots phonétiquement équilibrés.

6.5.4.1.2 Comme solution de rechange, on peut conduire une vérification pratique de l'acuité auditive dans un environnement de contrôle de la circulation aérienne représentatif de celui pour lequel la licence et les qualifications du candidat sont valides.

12.6.2 Avant d'approfondir le problème de l'audition, il faut avoir des connaissances de base sur le son. La fréquence d'une onde sonore détermine sa hauteur et s'exprime en cycles par seconde ou Hertz (Hz). L'onde d'un son pur est en forme de sinusoïde. L'amplitude de la sinusoïde détermine son intensité.

12.6.3 La pression acoustique la plus faible (p) qu'un sujet normal moyen peut déceler dans une ambiance calme est le seuil de perception sonore, généralement communiqué comme le niveau de pression acoustique de $20 \mu\text{Pa}$ (micropascals) = 2×10^{-5} pascals (Pa) à 1 000 Hz. Pour étudier différents niveaux sonores (niveaux de bruit) et leur effet sur l'audition humaine, il est plus commode d'utiliser une échelle relative pour mesurer l'intensité sonore (intensité du bruit), à savoir le décibel (dB), qui est défini comme 20 fois le logarithme décimal du rapport entre deux niveaux de pression sonore : $20 \log (p_2/p_1)$ dB.

Anatomie et physiologie

12.6.4 L'audition suppose la transmission du son à l'oreille interne, la transformation de l'onde sonore en impulsion neurale, sa transmission au cerveau et la perception de l'impulsion par le cerveau. Chaque individu a un seuil auditif pour chacune des fréquences qu'il entend. Ce seuil varie considérablement selon les individus et se modifie avec l'âge chez un même individu.

12.6.5 Chez l'homme, le pavillon de l'oreille n'augmente guère la sensibilité auditive. Qu'elle soit congénitale ou due à un traumatisme, l'absence occasionnelle de ce pavillon ne se traduit pas par une perte d'audition appréciable. En revanche, l'occlusion du méat du conduit auditif externe a des conséquences graves pour l'audition. La présence d'un bouchon de cérumen durci dans le conduit auditif en est une bonne illustration.

12.6.6 Lorsque l'oreille saine est tournée vers la source sonore, l'audition monauriculaire est à peine moins bonne que l'audition binauriculaire. Mais si le sujet tourne la tête dans le sens opposé, la perte d'audition peut atteindre jusqu'à 20 dB dans certaines fréquences. La surdité unilatérale présente un handicap plus grave, car le patient éprouve alors des difficultés à localiser les sources sonores.

12.6.7 Si l'examineur bouche étroitement le conduit auditif d'un candidat dont l'audition est normale, le déficit auditif qui en résulte pour l'oreille bouchée ne dépasse généralement pas 40 dB. Ce déficit permet encore au candidat d'entendre quelqu'un qui parle à voix basse ou qui élève légèrement la voix. Dans les épreuves d'audition, on a trop souvent tendance à présumer que l'oreille bouchée est effectivement assourdie, alors qu'en fait elle ne l'est pas. Le candidat passe alors pour entendre mieux qu'il ne le fait.

12.6.8 Les perforations de la membrane tympanique exercent sur l'audition une influence qui varie selon leurs dimensions et leur emplacement et selon qu'elles sont ou non associées à des modifications de l'oreille moyenne. Pour entendre normalement, il n'est pas absolument indispensable de posséder un tympan intact. Par contre, tout trouble affectant la chaîne des osselets risque fort de provoquer un certain déficit auditif.

12.6.9 Les perforations du tympan qui ne sont pas suivies de complications réduisent l'audition de 10 à 15 dB environ. Certains sujets dont la membrane tympanique a presque entièrement disparu peuvent encore comprendre une personne qui chuchote assez fort.

12.6.10 L'audition se subdivise en deux fonctions distinctes : la transmission (ou conduction) des ondes sonores dans l'oreille externe, la membrane tympanique et les osselets, et la perception des ondes sonores dans la cochlée (ou limaçon), le nerf auditif, ses noyaux et les connexions cérébrales complexes des voies auditives. Tout  tat de nature à provoquer des troubles du mécanisme de transmission entraîne une surdité de transmission. De même, une lésion du mécanisme de perception entraînerait une surdité de perception (que l'on qualifie souvent de neurosensorielle). Si l'appareil de transmission et l'appareil de perception sont tous deux lésés, il en résulte un type de surdité mixte. Dans la surdité de transmission, la perte auditive est plus marquée dans les sons graves, mais la discrimination des mots peut être normale. Quant à la surdité de type neurosensoriel, elle peut provoquer divers types de perte auditive, dont certains sont associés à une diminution de la discrimination des mots.

12.7 BRUIT

12.7.1 Le bruit peut se définir comme étant un son indésirable. L'exposition à une intensité acoustique élevée a des conséquences néfastes : perte auditive ou même rupture du tympan, par exemple. Ces conséquences dépendent fondamentalement du niveau d'intensité acoustique, de sa qualité (spectre des fréquences) et de la durée d'exposition. Dans le cas du personnel aéronautique en particulier, il convient de prendre en considération deux facteurs : le risque d'un dommage auditif temporaire ou permanent, et l'interférence avec les communications verbales. L'exposition à un bruit supérieur à 80 dB peut provoquer une perte d'audition temporaire. Les sons à haute fréquence sont à l'origine de déficits auditifs plus grands que les sons à basse fréquence. Il faut donc examiner le spectre acoustique avant de pouvoir évaluer ses effets assourdissants.

12.7.2 La perte d'audition du type neurosensoriel provoquée par le bruit se manifeste tout d'abord sous forme d'un décalage temporaire du seuil auditif (TTS) tel qu'il est mesuré par des méthodes audiométriques. On considère que ce décalage est dû à la fatigue des cellules cochléaires. Les décalages temporaires du seuil auditif provoqués par le bruit peuvent devenir permanents. Le médecin-examineur doit se préoccuper des décalages temporaires et permanents du seuil auditif qui peuvent se produire chez les membres du personnel aéronautique. La durée et l'amplitude du TTS sont fonction de l'intensité acoustique et de la durée d'exposition. Lorsque l'exposition est intermittente, le décalage temporaire diminue. Normalement, il ne se produit pas au-dessous de 78 dB. Après une exposition au bruit de 2 heures qui a eu pour effet un TTS de 50 dB, l'acuité auditive du sujet redeviendra complètement normale au bout de 16 heures environ. Le retour à la normale d'un sujet soumis à un décalage de 60 dB demande plusieurs jours et a tendance à être le plus lent dans la bande de 4 000 Hz. Le TTS sert de critère pour déterminer les risques de dommage permanent dû au bruit. Il faut tenir compte de ses effets éventuels sur les audiogrammes lors de l'analyse des audiogrammes des candidats qui ont été examinés sans qu'un délai suffisant se soit écoulé depuis leur exposition au bruit des aéronefs.

12.7.3 L'interférence du bruit avec la parole et les communications a fondamentalement un effet assourdissant (effet de masque). Le bruit de fond élève le seuil auditif. La mesure dans laquelle le seuil auditif s'élève porte le nom de niveau d'interférence avec la parole et s'exprime en décibels. C'est la moyenne des niveaux de pression acoustique exprimés en dB, dans les bandes d'octave de 600 à 1 200 Hz, 1 200 à 2 400 Hz et 2 400 à 4 800 Hz, et cette valeur indique le degré d'interférence avec l'aptitude des individus à communiquer et à comprendre. Le bruit intermittent provoque souvent moins d'interférence car, par interpolation, le sujet peut combler les lacunes entre ce qu'il entend effectivement lorsque les paroles sont en partie masquées. Pour évaluer l'intelligibilité des paroles prononcées dans le bruit, il existe une méthode exacte et complète : l'indice d'articulation, qui est expliqué dans la partie traitant de l'audiométrie du langage articulé. Des niveaux maximaux d'interférence avec la parole ont été établis pour prévoir la compréhension du langage articulé et des communications dans un milieu bruyant.

12.7.4 Le bruit des aéronefs provient principalement des hélices (aéronefs à moteurs alternatifs et à turbopropulseurs), des moteurs et de l'échappement (dont les caractéristiques sont différentes selon qu'il s'agit de réacteurs, de turbosoufflantes, de turbopropulseurs ou de moteurs alternatifs) et de l'écoulement aérodynamique ou du souffle (vitesse, décollage, atterrissage). L'intensité décroît proportionnellement au carré de la distance.

12.7.5 Le bruit de fond, dans le cas de la parole et des communications, dépend du bruit dans le poste de pilotage. Le matériel de communications peut constituer une source de bruit supplémentaire, bien que les parasites et les faisceaux radio qui gênaient les équipages de conduite dans les débuts du transport aérien aient maintenant pratiquement disparu depuis la mise en service d'un matériel plus perfectionné. Le lecteur trouvera au Tableau III-12-3 une liste des intensités acoustiques dans le poste de pilotage pour un certain nombre d'avions et il constatera que ces intensités dépendent de la vitesse.

Tableau III-12-3. Niveaux de bruit dans le poste de pilotage d'avions commerciaux typiques anciens et nouveaux (exprimés en niveaux d'interférence avec la parole — SIL)

<i>SIL centre poste de pilotage (en dB)</i>		
<i>Avion</i>	<i>Croisière</i>	<i>Descente très rapide</i>
DC-6	78	85
F-27J	78	78
B-707	80	82
B-720	74	74
B-727	78	82
DC-9	74	74
DC-10-30	67	
MD-80	68	
B-747-300	70	
B-737-500	72	
B-737-600/800	77	
A-320	74	
B-737-436	74	76
B-757-236	71	73
B-767-336	70	72
BAe ATP (biturbopropulseur ATP)	72	74
Concorde	74	78

Protection acoustique individuelle

12.7.6 Sans contrôle ni protection, le bruit risque d'endommager de façon permanente le mécanisme de l'audition et/ou de nuire à la communication verbale. Dans bien des cas, le port de protecteurs d'oreille constitue le meilleur moyen concret de protéger l'homme contre ces effets du bruit. Le protecteur d'oreille a pour principale fonction de réduire le niveau sonore qui atteint l'organe des sens en servant de barrière acoustique entre la source du bruit et l'oreille interne.

Les protecteurs d'oreille

12.7.7 Les protecteurs d'oreille se divisent en deux types fondamentaux : l'obturateur qu'on insère et le protecteur du type couvre-oreilles. L'efficacité d'un protecteur se mesure d'ordinaire par le degré d'atténuation du bruit qu'il permet d'obtenir entre 300 et 3 000 Hz, c'est-à-dire sur une bande de fréquences critique pour l'audition du langage articulé. D'une façon générale, les protecteurs d'oreille sont surtout efficaces dans le cas des fréquences les plus élevées de cette bande.

12.7.8 Les modèles de protecteurs qui s'insèrent dans l'oreille réduisent le niveau sonore qui atteint l'oreille interne en obturant le conduit auditif externe. Ils peuvent être en caoutchouc, néoprène, plastique, silastique ou en coton

imprégné de cire. Quelles que soient la matière et la forme des différents bouchons obturateurs qu'on trouve dans le commerce, le résultat obtenu est sensiblement le même. Seule la tolérance individuelle des usagers varie selon les modèles. Ceux-ci sont périodiquement dotés de nouvelles caractéristiques. C'est ainsi qu'on a fait passer des tubes de polyéthylène à travers le bouchon dans le sens de la longueur. On a aussi essayé d'utiliser des clapets et d'apporter d'autres modifications aux protecteurs, pour équilibrer la pression entre l'air ambiant et l'air qui se trouve entre l'obturateur et la membrane du tympan. Les meilleurs modèles sont ceux qui sont assez souples pour épouser la forme du conduit auditif. Mais, une fois insérés dans l'oreille, ces obturateurs risquent d'en être délogés par les mouvements de la mâchoire lorsque le sujet parle, mastique ou bâille et il faut alors les remettre en place pour que le dispositif soit parfaitement hermétique. Si le canal de ventilation est obturé par du cérumen, par exemple, le sujet peut ressentir dans l'oreille une douleur significative provoquée par la pression, surtout si le changement de pression est rapide. Il est donc très important que le canal de ventilation des protecteurs d'oreille qui s'insèrent dans l'oreille soit vérifié par le pilote avant chaque vol et que le conduit auditif du pilote soit fréquemment inspecté pour y détecter la présence de cérumen ou d'irritation de la peau (otite externe).

12.7.9 Le protecteur du type couvre-oreilles réduit le niveau sonore parce qu'il encapuchonne le pavillon de l'oreille, assurant un joint acoustique avec la tête. Il peut être préfabriqué ou fait sur mesure, en caoutchouc ou en plastique souple. L'oreille externe est entièrement recouverte. Les couvre-oreilles, montés sur un serre-tête réglable ou sur un casque de protection, sont des coques rigides dont les bords sont garnis de coussinets en matière souple qui font joint. Certaines personnes estiment que les couvre-oreilles offrent d'ordinaire une meilleure protection (atténuation du bruit) que les obturateurs destinés à être insérés dans l'oreille. L'atténuation acoustique moyenne des couvre-oreilles est de 35 dB. Bien que les couvre-oreilles soient en général plus faciles à ajuster que les obturateurs, il faut veiller à assurer l'étanchéité entre la paroi latérale de la tête et le coussinet du couvre-oreilles. Toute modification apportée au couvre-oreilles, que ce soit pour y passer des fils d'écouteur, pour équilibrer la pression ou pour assurer une ventilation, par exemple, l'empêche de jouer efficacement son rôle, qui est d'atténuer les sons. De même, le port de lunettes n'est pas souhaitable, car leurs branches provoquent une entrée d'air à l'endroit où elles passent sous le coussinet, réduisant ainsi l'efficacité de ce dernier. On peut remédier à cet inconvénient en garnissant de caoutchouc mousse les branches de lunettes à l'endroit où elles pénètrent sous le couvre-oreilles.

12.7.10 L'utilisation conjointe d'un dispositif protecteur inséré dans l'oreille et d'un couvre-oreilles procure une atténuation plus grande que l'emploi d'un seul de ces appareils protecteurs pris isolément et offre la possibilité de diminuer au maximum le son transmis par l'oreille externe avant le stade de la transmission sonore crânienne. Si parfait que soit le protecteur, il ne peut pas diminuer le bruit de plus de 55 dB environ car, au-delà de ce point, le son commence à atteindre l'oreille interne par l'intermédiaire des vibrations des os du crâne. Quel que soit le type de protecteur d'oreille — dispositif inséré dans l'oreille ou couvre-oreilles — son efficacité est fonction de son aptitude à assurer et à maintenir un joint étanche et il convient de suivre le mode d'emploi pour obtenir un ajustement correct et l'étanchéité acoustique indispensable.

12.7.11 Ces dernières années, les systèmes de réduction active du bruit (RAB) se sont généralisés. En bref, le principe consiste à éliminer le bruit en émettant une onde sonore de même fréquence que l'onde indésirable, mais en opposition de phase avec cette dernière, ce qui annule le bruit. Comme cette technique est limitée aux basses fréquences (jusqu'à 1 200 Hz), il est important d'utiliser en complément des systèmes de protection passive contre le bruit.

12.7.12 En règle générale, les protecteurs d'oreille n'empêchent pas de comprendre le langage articulé dans une ambiance bruyante, à condition que la voix dépasse le niveau du bruit de fond, qu'il s'agisse de communication directe, de communication par haut-parleur ou de communication au casque (obturateurs insérés dans l'oreille et utilisés en conjonction avec des écouteurs de communication ou des écouteurs incorporés dans des couvre-oreilles). Les problèmes de communication verbale varient selon le type et l'intensité du bruit, le type de protecteurs d'oreille et l'état auditif du sujet.

12.7.13 Les protecteurs d'oreille peuvent être à l'origine de problèmes médicaux pour différentes raisons. Les matières utilisées pour la fabrication de ces protecteurs peuvent provoquer des réactions allergiques ou avoir des effets toxiques. Les cas d'otite externe sont rares lorsque la matière employée est inerte (néoprène, polyvinyle ou caoutchouc, par exemple). Les obturateurs d'oreille rigides peuvent causer des lésions si un coup asséné sur l'oreille enfonce

l'obturateur trop profondément. Les obturateurs ajustés trop hermétiquement peuvent contribuer à provoquer un barotraumatisme. Les bouchons d'oreille réducteurs de pression sont inefficaces et sont à éviter. La présence d'un bouchon de cérumen durci dans le conduit auditif peut être due à l'insertion d'un obturateur. Les protecteurs d'oreille doivent être maintenus dans un état de propreté rigoureuse, faute de quoi ils peuvent provoquer certaines maladies. Tout sujet atteint d'une otite externe ou d'une infection cutanée doit s'abstenir d'en porter.

12.8 ÉPREUVES D'AUDITION ET EXAMENS FONCTIONNELS

12.8.1 En fait, l'examineur ne cesse de contrôler l'audition du sujet pendant toute la durée de l'examen. Il doit poser des questions à voix basse et donner des instructions au candidat alors que celui-ci lui tourne le dos. Quelques questions spécifiques chuchotées alternativement dans chaque oreille donnent d'excellentes indications sur la faculté d'audition.

12.8.2 Les épreuves d'audition ont pour objet de définir, de façon aussi précise que possible, le degré et le type de toute perte d'audition ou lésion fonctionnelle et de déterminer si la fonction auditive du sujet est suffisante pour lui permettre d'exercer avec sûreté ses tâches aéronautiques conformément aux prescriptions de l'Annexe 1. Les épreuves d'audition sont utiles pour diagnostiquer certaines affections des oreilles et pour distinguer les troubles de la transmission du son de ceux de la perception sonore.

12.8.3 Parmi les épreuves d'audition les plus courantes, on peut citer celles de la voix chuchotée et de la voix parlée ainsi que celle des diapasons. Si ces méthodes sont employées intelligemment, elles permettent d'évaluer l'audition en très bonne connaissance de cause. Toutefois, les résultats obtenus risquent d'être plus qualitatifs que quantitatifs lorsqu'ils sont évalués par des examinateurs inexpérimentés. Les déterminations quantitatives sont effectuées à l'aide d'un audiomètre étalonné électriquement, qui produit des sons d'une intensité connue : signaux de sons purs (émis à des fréquences différentes) ou langage articulé (enregistré ou en « direct »).

Épreuves de la voix chuchotée et de la voix parlée

12.8.4 L'examineur qui se sert de sa voix pour évaluer l'audition d'un candidat doit savoir comment cette voix est perçue à des distances différentes et comment il doit en varier l'intensité pour que tous les candidats soient mis à l'épreuve dans des conditions analogues. Il peut commencer les essais par un très faible chuchotement, en plaçant ses lèvres à une cinquantaine de centimètres de l'oreille du candidat, en direction de cette oreille. Il ne se mettra à chuchoter qu'après une profonde expiration. Dans une pièce silencieuse, un candidat doué d'une audition normale doit pouvoir répéter ce qu'on lui dit. Si le sujet ne comprend pas le chuchotement lorsque celui-ci est faible, l'examineur passe au chuchotement moyen, puis de plus en plus fort. Il augmente progressivement l'intensité de sa voix jusqu'au moment où il obtient du candidat une réaction satisfaisante.

12.8.5 Les conditions d'audition requises pour la délivrance et le renouvellement des licences des membres d'équipage de conduite et des contrôleurs de la circulation aérienne dans l'aviation civile internationale figurent dans l'Annexe 1, Chapitre 6, paragraphes 6.3.4 — Conditions d'audition (pour l'attestation médicale de classe 1), 6.4.4 (pour l'attestation médicale de classe 2) et 6.5.4 (pour l'attestation médicale de classe 3). Pour l'attestation médicale de classe 2, elles stipulent, entre autres, que le candidat doit pouvoir entendre la voix moyenne de conversation dans une pièce silencieuse, par les deux oreilles et en se tenant le dos tourné à l'examineur, à une distance de 2 m de ce dernier.

12.8.6 Il convient de choisir soigneusement les mots employés dans les épreuves d'audition et d'éviter les questions auxquelles il peut être répondu par « oui » ou par « non ». Il est préférable de faire répéter au candidat des mots

dissyllabiques usuels (connus sous le nom de « mots spondées⁵ »), comme « contrôle, montée, sorcier », ou de poser une question du type suivant : « Combien un quatuor compte-t-il d'artistes ? ». Il importe de s'assurer que le candidat ne peut pas lire sur les lèvres de l'examineur.

12.8.7 Il se peut que les candidats qui présentent une perte d'audition neurosensorielle comprennent mieux la voix parlée qu'un chuchotement, même fort. Cela s'explique par le fait que leur perte d'audition porte plutôt sur les hautes que sur les basses fréquences et que la voix chuchotée comporte plus de hautes fréquences que la voix parlée.

Épreuve du diapason

12.8.8 Les diapasons jouent encore un rôle important dans l'examen de l'audition. Le plus utile à cet égard est le diapason de 512 Hz. L'examineur doit comprendre le principe de l'épreuve de Weber⁶ et de celle de Rinne⁷ (cf. infra) et y soumettre les candidats. Le diapason 512 Hz a été choisi parce qu'il ne donne pas la sensation d'une vibration et que les fréquences plus élevées sont entendues par transmission aérienne.

12.8.9 Il faut caresser le diapason entre le pouce et l'index, s'en servir pour tapoter doucement l'articulation du doigt ou le faire résonner au moyen d'un marteau à réflexes en caoutchouc manié avec précaution. Un choc trop violent produit non seulement un son d'une trop grande intensité, mais aussi des harmoniques. Dans les épreuves où l'on utilise des diapasons, il se peut qu'un effet de masque soit nécessaire. On peut utiliser simplement une feuille de papier glacé que l'on passe rapidement contre l'oreille à masquer. Les diapasons sont particulièrement utiles pour faire la différence entre les pertes auditives de transmission et les pertes auditives neurosensorielles.

Épreuve de Weber

12.8.10 On utilise le plus souvent le diapason 512 Hz. On place sur la ligne médiane du front un diapason qui vibre. On peut aussi se servir des incisives pour cette épreuve. L'examineur détermine celle des deux oreilles — la droite ou la gauche — qui entend le plus distinctement le son (latéralisation). Si le sujet présente une surdité de transmission, c'est l'oreille la plus sourde qui entend le plus distinctement le son. Si l'une des oreilles présente un déficit de type neurosensoriel, c'est l'oreille normale, et non l'oreille atteinte de surdité nerveuse, qui entend le son par transmission osseuse.

Épreuve de Rinne

12.8.11 Cette épreuve a pour objet de comparer la transmission aérienne et la transmission osseuse pour déterminer si la transmission osseuse prédomine, ce qui est le signe d'une surdité du type transmission, ou si elle est diminuée, ce qui est le signe d'une surdité de type neurosensoriel. On commence par appuyer le manche d'un diapason 512 Hz vibrant sur l'apophyse mastoïde, derrière l'oreille. Lorsque le sujet signale qu'il ne l'entend plus par transmission osseuse (noter la durée en secondes), le diapason est immédiatement retiré et la fourche vibrante, placée directement en face de l'orifice du conduit auditif. Si le sujet l'entend toujours, attendre jusqu'au moment où il ne l'entend plus et noter la durée. L'oreille normale entend un diapason deux fois plus longtemps environ par transmission aérienne que par transmission osseuse. Si le sujet entend toujours le diapason par transmission aérienne après avoir cessé de l'entendre par transmission osseuse, on dit que le Rinne est positif. S'il continue à entendre le diapason par transmission osseuse alors qu'il ne l'entend plus par transmission aérienne, le résultat de l'épreuve est qualifié de Rinne négatif. Les résultats

5 Spondée : ayant deux syllabes longues (— —).

6 Du nom de Friedrich Eugen Weber, otologiste allemand (1832-1891).

7 Du nom de Friedrich Heinrich Rinne, otologiste allemand (1819-1868).

doivent être notés en durée effective de l'audition — par exemple, transmission aérienne : 62 secondes ; transmission osseuse : 30 secondes.

Les simulateurs

12.8.12 Les candidats jeunes font rarement semblant d'être sourds. Ils ont plutôt tendance à se vanter d'entendre mieux qu'ils ne le font. Avec l'âge, les membres d'équipage et les personnes exposées au bruit des aéronefs se plaignent de temps à autre d'une perte auditive. Il est rare qu'ils signalent une perte d'audition bilatérale. En règle générale, ils soutiennent qu'ils n'entendent plus du tout d'une oreille. Plusieurs épreuves ayant pour objet de démasquer les simulateurs ont été mises au point. Il en ressort que ceux-ci se trahissent surtout par l'incohérence des symptômes qu'ils exposent. Les cas de simulation et de surdité psychogène doivent être mis entre les mains d'un spécialiste.

Épreuve de Lombard⁸

12.8.13 Cette épreuve, destinée à démasquer les simulateurs, repose sur le réflexe qui pousse une personne dotée d'une audition normale à élever la voix lorsqu'elle parle en présence d'un niveau élevé de bruit de fond ou de sons à effet de masque. Après avoir remis au candidat un texte de lecture facile, on lui demande de lire à haute voix et de continuer quoi qu'il arrive. Un assourdisseur (ou appareil bruyant) de Barany⁹ est alors placé à côté de l'oreille présumée bonne du candidat pendant que celui-ci continue à lire. Un sujet qui est véritablement sourd de l'autre oreille élèvera automatiquement l'intensité de sa voix en continuant de lire, mais le simulateur poursuivra sa lecture sans élever la voix ou en ne l'élevant que très peu.

12.8.14 Soumis à la méthode du retour auditif différé de la parole, le simulateur sera dans l'impossibilité de ne pas bégayer.

12.9 AUDIOMÉTRIE

12.9.1 Les mesures quantitatives de l'audition se font à l'aide de l'audiomètre liminaire à sons purs, qui produit des tonalités pures que l'on peut faire varier en fréquence et intensité. La courbe des valeurs de l'intensité en fonction de la fréquence est appelée audiogramme.

12.9.2 On émet d'abord un certain nombre de fréquences de la gamme 125 Hz à 8 000 Hz en produisant un son assez fort pour que le candidat l'entende distinctement, et on détermine ensuite le niveau-seuil pour chaque fréquence. Le sujet réagit en faisant un signe du doigt ou en appuyant sur un bouton lorsqu'il entend le son et lorsqu'il ne l'entend plus.

12.9.3 Le niveau de référence zéro (0) d'un audiomètre clinique correspond à l'intensité sonore qui peut tout juste être détectée par l'oreille normale moyenne. La plupart des audiomètres donnent des indications tant négatives que positives, en décibels. Une personne qui perçoit une fréquence donnée à -10 dB possède une ouïe supérieure à la moyenne pour cette fréquence. De même, si le seuil d'une oreille ne se situe pas à plus de 15 dB au-dessus du zéro, l'ouïe est considérée comme normale, bien que pas tout à fait aussi bonne que la moyenne. Un seuil de 30 dB à une fréquence donnée signifie qu'il faut augmenter de 30 dB l'intensité du son par rapport au niveau que perçoit une personne normale moyenne. On dit alors que cette personne a une perte d'audition de 30 dB à la fréquence de l'épreuve.

8 Du nom d'Étienne Lombard, médecin français (1868-1920).

9 Assourdisseur de Barany : appareil producteur de bruit ressemblant à un petit réveil doté d'un bouton à insérer dans le conduit auditif du patient. Du nom de Robert Bárány, otologiste austro-hongrois et lauréat du prix Nobel (1876-1936).

12.9.4 L'oreille normale d'un être humain jeune détecte les sons de 20 à 20 000 Hz. La gamme la plus importante pour la perception du langage articulé se situe entre les fréquences de 500 et 3 000 Hz et les conditions d'audition de l'Annexe 1 sont limitées à cette gamme. Il est toutefois insuffisant de tester uniquement la gamme des 500 à 3 000 Hz. Pour des motifs diagnostiques, il est recommandé de procéder à des épreuves au-dessus et au-dessous de ces fréquences pour déterminer de façon plus complète l'aptitude de l'oreille à percevoir les sons et pour détecter des pertes minimales dont le candidat n'a pas conscience mais qui peuvent constituer des symptômes précoces d'une maladie de l'oreille interne.

12.9.5 C'est autour de 1 000 Hz que se situe l'acuité auditive maximale chez l'homme. Après avoir déterminé le seuil pour 1 000 Hz, on procède aux épreuves sur les fréquences plus élevées de la même manière et dans un ordre croissant (2 000, 3 000, 4 000, 6 000 et 8 000 Hz). On peut alors faire une contre-épreuve à 1 000 Hz, qui sera suivie des épreuves aux fréquences plus basses dans l'ordre décroissant (500, 250 et 125 Hz). On commute ensuite le son sur l'oreille opposée et on répète la séquence.

Effet de masque

12.9.6 Pendant les épreuves sur une oreille, il faut assourdir l'autre oreille pour qu'elle n'influe pas sur l'épreuve. Omettre cette précaution est une erreur très fréquente qui conduit l'examineur à croire que le signal est perçu par l'oreille déficiente (celle qui est mise à l'épreuve). Il est particulièrement important de recourir à un masque pour effectuer des mesures de transmission osseuse et il est recommandé de le faire dans les examens au diapason et à l'audiomètre. Plus la différence d'acuité auditive est grande entre les deux oreilles, plus il est nécessaire d'assourdir la meilleure oreille. Les audiomètres sont munis d'un dispositif qui produit un effet de masque (mélange de fréquences, parfois appelé « bruit blanc »). On peut en faire varier l'intensité. Il est très difficile de déterminer le degré judicieux d'assourdissement. De nombreux systèmes de détermination du niveau judicieux ont été proposés, mais ils exigent tous que l'on sache dans quelle mesure le seuil d'un son pur donné sera déplacé par un degré donné d'assourdissement. On peut recourir à la méthode simple ci-après.

12.9.7 Dans l'épreuve de transmission aérienne, on a constaté qu'un effet de masque effectif de 50 à 60 dB est suffisant pour masquer la meilleure oreille sans risque de troubler les mesures sur l'oreille déficiente. L'épreuve de transmission osseuse s'effectue de la même manière que l'épreuve de transmission aérienne, mais on transmet le son en plaçant l'oscillateur crânien derrière l'oreille, sur l'apophyse mastoïde. Les fréquences d'octave employées de cette manière se situent de 250 à 4 000 Hz.

Audiogramme

12.9.8 L'audiogramme (Figure III-12-3) est un graphique à deux dimensions : intensité en ordonnées et fréquence en abscisses. L'intensité va généralement de - 20 dB à + 100 dB et la fréquence, de 125 à 8 000 Hz.

12.9.9 Étant donné que l'échelle d'intensité (perte auditive) a pour référence l'audition normale moyenne, le zéro (0) correspond à la valeur normale. Toute valeur positive (habituellement portée vers le bas par rapport à la ligne du zéro) indique un certain degré de perte d'audition. Plus la valeur se rapproche du bas de l'audiogramme, moins le seuil est bon et plus l'intensité nécessaire pour l'atteindre est grande.

12.9.10 Le seuil du candidat est vérifié pour chaque fréquence et porté sur l'audiogramme, pour chaque oreille séparément, par tranches de 5 dB, à l'aide de symboles différents pour la transmission aérienne et pour la transmission osseuse. En outre, les seuils sont marqués au moyen de symboles normalisés rouges (o) pour l'oreille droite et bleus (x) pour l'oreille gauche.

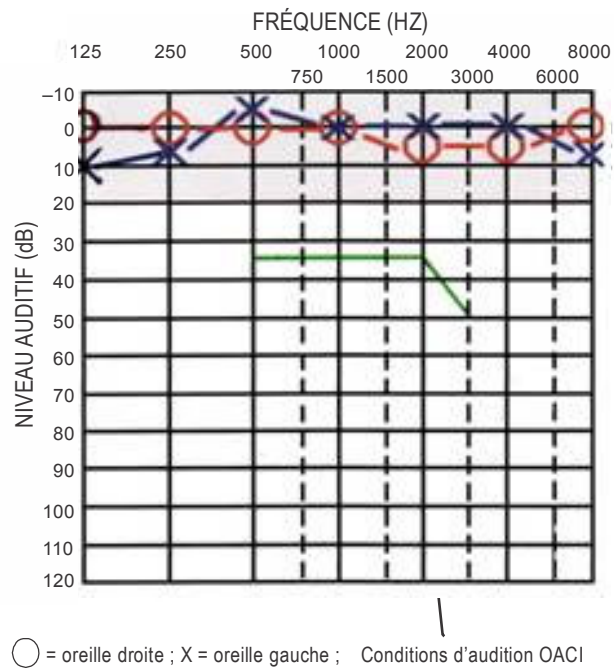


Figure III-12-3. Audiogramme normal

Étalonnage des audiomètres

12.9.11 La nécessité d'une normalisation internationale des audiomètres est reconnue par tous. Une norme internationale a été adoptée en 1964. Comme indiqué à la Note 1 du paragraphe 6.2.5, le zéro de référence pour l'étalonnage des audiomètres à sons purs est celui des normes pertinentes de l'édition actuelle du document intitulé Méthodes d'essais audiométriques, publié par l'Organisation internationale de normalisation (ISO).

12.9.12 Les audiomètres doivent être vérifiés périodiquement et l'étalonnage doit être rectifié au besoin par le fabricant. Dans les cas où ces vérifications sont difficiles, la fiabilité des procédés d'épreuves audiométriques peut se vérifier par rapport au seuil d'audibilité moyen des différentes fréquences sur un minimum de 20 oreilles de sujets jeunes et sains possédant des tympans normaux, sans antécédents auriculaires pathologiques ni exposition connue à des niveaux élevés d'intensité sonore. L'audiométrie à sons purs doit s'effectuer dans une pièce silencieuse où l'intensité du bruit de fond, mesurée sur la réponse « lente » d'un phonomètre à réseau de pondération « A », est inférieure à 35 dB(A) (voir le paragraphe 6.2.5, Note 2, de l'Annexe 1).

12.9.13 Les conditions d'audition relatives aux attestations médicales des classes 1 et 3 prévoient que le candidat examiné au moyen d'un audiomètre à sons purs « ne présentera pas, pour chaque oreille prise séparément, une perte d'audition supérieure à 35 dB pour l'une quelconque des fréquences de 500, 1 000 et 2 000 Hz, ou supérieure à 50 dB pour la fréquence de 3 000 Hz ».

Audiométrie vocale

12.9.14 Un audiomètre vocal est essentiellement le même instrument que l'audiomètre à sons purs. Il reproduit la parole plutôt que des sons purs à des niveaux d'intensité contrôlés. La voix parlée peut être perçue « en direct », mais il s'agit normalement d'une voix enregistrée, de préférence celle d'une personne choisie à cet effet (contrôleur de la circulation aérienne). L'audiométrie vocale est fondamentalement un test d'intelligibilité du langage articulé. Le

pourcentage des mots correctement perçus, indépendamment du type de texte utilisé, donne le taux d'intelligibilité (ou coefficient d'intelligibilité du langage articulé). Même chez des personnes normales, ce taux dépend beaucoup du genre de texte utilisé pour l'épreuve, surtout des spondées (déjà examinés dans le cadre des épreuves de la voix chuchotée) et des mots phonétiquement équilibrés.

12.9.15 La Note 2 du paragraphe 6.3.4.1.1 de l'Annexe 1 indique que « dans le texte destiné aux essais discriminatifs, on utilise normalement des expressions pertinentes à l'aviation et des mots phonétiquement équilibrés ». Les épreuves doivent avoir pour objet d'évaluer les fonctions strictement auditives et ne doivent pas dépendre de l'aptitude à comprendre le sens de mots de code et de phrases entendus incomplètement car, dans des situations inusitées, de graves malentendus pourraient résulter d'une interprétation erronée. Les éléments ci-après, donnés par ordre de difficulté croissante, sont employés dans plusieurs États pour les épreuves d'intelligibilité du langage articulé.

12.9.15.1 Phrases courtes : listes de phrases simples (sujet, verbe, complément) correspondant de près à la parole normale et aux messages de radiotéléphonie, à différents niveaux d'intensité. Elles peuvent être complétées par des listes de nombres de deux chiffres. Un sujet normal comprend correctement la totalité de ces éléments.

12.9.15.2 Spondées, par exemple : « contrôle, football, iceberg ». Le seuil est déterminé pour une compréhension de 50 %.

12.9.15.3 Mots phonétiquement équilibrés : ce sont des mots courants, monosyllabiques et parfois dissyllabiques, tels que « sur, arbre, rouge, glace », choisis de façon à représenter la répartition approximative des sons dans la conversation ordinaire. Le « score » maximal sur ces mots est établi au niveau d'intensité optimal pour le sujet. Des listes de mots phonétiquement équilibrés ont été établies dans de nombreuses langues.

12.9.16 On peut établir des audiogrammes vocaux en faisant varier le niveau d'intensité auquel les éléments de l'épreuve sont présentés (abscisses) et en les portant en regard de l'intelligibilité du langage articulé, en pourcentage (ordonnées). Sur les audiogrammes vocaux, des courbes distinctes peuvent être données pour les spondées, les mots phonétiquement équilibrés, les chiffres et les phrases courtes. Il semble y avoir un degré satisfaisant d'équivalence pour l'intelligibilité des listes de mots phonétiquement équilibrés dans les différentes langues, mais il faudrait rechercher une meilleure uniformité des méthodes d'épreuve sur le plan international, particulièrement en ce qui concerne l'utilisation d'un bruit de fond.

12.9.17 Un candidat dont l'acuité auditive est normale entendra et répétera correctement 95 à 100 % de ces mots à des niveaux d'intensité qui lui conviennent. Un score de discrimination inférieur à 80 % ne peut être accepté. Ceux qui présentent une perte neurosensorielle n'obtiendront probablement pas un résultat satisfaisant. Quelle que soit l'intensité à laquelle les mots phonétiquement équilibrés sont présentés, le candidat atteint d'une perte d'audition grave de l'oreille interne ne pourra pas obtenir de bons résultats. En fait, si l'on augmente l'intensité au-delà de la gamme la plus confortable pour lui, ses résultats pourraient devenir encore plus mauvais. C'est sa faculté de discrimination qui est en cause.

12.9.18 En revanche, les sujets qui présentent un déficit auditif de transmission obtiennent de très bons résultats à cette épreuve. Tout ce qu'il leur faut pour bien entendre, c'est une amplification. Ils peuvent donc tirer le meilleur parti des prothèses acoustiques.

12.9.19 Certaines fréquences sont plus importantes que d'autres pour l'interprétation du langage articulé. Les fréquences les plus importantes sont celles de 500, 1 000, 2 000 et 3 000 Hz. Le langage articulé est essentiellement comprimé dans cette gamme, mais ces fréquences suffisent à donner une compréhension assez complète. Chez les sujets dont les courbes d'audiogramme révèlent une chute brutale, la moyenne des deux fréquences optimales pourra donner une meilleure corrélation. La compréhension est généralement mauvaise lorsque la chute porte sur les fréquences de la parole. Il s'agit de personnes qui diront souvent : « Je vous entends, mais je ne vous comprends pas ». Ces personnes éprouvent des difficultés dans les conversations de groupe ou en présence d'un bruit de fond.

12.10 MÉTHODE D'EXAMEN DES CANDIDATS QUI PEUVENT PRÉSENTER DES TROUBLES AUDITIFS

12.10.1 L'examen peut être mené de la manière suivante :

- a) Éliminez des conduits auditifs tous corps étrangers (cérumen, pus, débris) qui pourraient faire obstacle au passage des vibrations sonores ou empêcher de voir la membrane du tympan ou l'oreille moyenne.
- b) Procédez à des épreuves de voix chuchotée et de conversation. Employez un diapason 512 Hz pour une épreuve de Weber et une épreuve de Rinne.
- c) Faites un bon audiogramme avec graphiques de transmission aérienne et de transmission osseuse pour chaque oreille, en indiquant quelle fraction (en pourcentage) de la gamme auditive a été rendue inaudible.
- d) Demandez au candidat d'indiquer l'effet d'un environnement bruyant, son aptitude à comprendre une conversation téléphonique et, en outre, sa réaction (douleur, angoisse) aux sons bruyants. Prenez note de ses déclarations.
- e) Examinez avec soin la membrane du tympan et observez sa mobilité au moyen d'un spéculum pneumatique de Siegle¹⁰.
- f) En cas de surdité de transmission, essayez d'insuffler de l'air dans l'oreille moyenne (procédé de Valsalva, poire de Politzer¹¹, cathétérisme de la trompe d'Eustache). Prenez note de toute observation (ou de tous antécédents) d'amélioration appréciable de l'audition (même si elle est passagère) à la suite de l'insufflation d'air.

12.10.2 À l'exception de l'audiogramme, tous les renseignements ci-dessus peuvent être recueillis en quelques minutes et les médecins-examineurs désignés devraient posséder les appareils nécessaires pour les obtenir. Il peut s'avérer très utile d'employer un impédancemètre pour la tympanométrie et la mesure des réflexes.

Épreuve d'intelligibilité du langage articulé en présence de bruits ambiants

12.10.3 Si un candidat ne satisfait pas aux conditions d'audiométrie à sons purs, il peut être déclaré apte à condition « de présenter, pour chaque oreille prise séparément, une acuité auditive équivalente à celle d'une personne normale avec un bruit de fond dont l'effet de masque sur la parole et les signaux radio simule des bruits du poste de pilotage [Annexe 1, 6.3.4.1.1]. Dans le cadre de l'évaluation d'un candidat à l'obtention d'une licence de contrôleur de la circulation aérienne, le paragraphe 6.5.4.1.1 indique que le candidat peut être déclaré apte « s'il a une acuité auditive normale en présence d'un bruit de fond reproduisant ou simulant celui d'un environnement de contrôle de la circulation aérienne représentatif ».

12.10.4 L'intérêt de ces épreuves en présence de bruits ambiants est dû à la constatation que les navigants atteints d'une perte d'audition, généralement causée par l'exposition au bruit des aéronefs pendant de nombreuses années de service, peuvent être capables de comprendre les communications transmises en présence des bruits du poste de pilotage aussi bien que les personnes dont l'acuité auditive est normale. Cette amélioration apparente de l'acuité auditive en présence

10 Oscope de Siegle : otoscope muni d'un bulbe par lequel la pression de l'air dans le conduit auditif externe peut être modulée. Du nom d'Emil Siegle, otologiste allemand (1833-1900).

11 Poire de Politzer : dilatation de la trompe d'Eustache et du tympan par insufflation d'air dans la cavité nasale au moment où le patient avale. Du nom d'Adam Politzer, otologiste allemand (1835-1920).

de bruits ambiants est appelée, en anglais, « *recruitment* ». Dans ces conditions, la sécurité de vol n'est pas compromise si l'on prend soin de s'assurer, dans chaque cas, que tant l'intelligibilité de la parole et la perception des signaux en présence d'un bruit de fond que l'audition au sol pour le briefing et les listes de vérifications sont satisfaisantes (Annexe 1, 6.3.4.1.1, Note 1). On peut procéder à une épreuve à cet effet dans différentes conditions pour reproduire ou simuler le bruit du poste de pilotage : bruit blanc, enregistrements faits en vol sur magnétophone, simulateurs de vol ou essais en vol. Toutefois, les niveaux et spectres de bruit du poste de pilotage varient selon le type d'aéronef (Tableau III-12-3). Un niveau de bruit élevé ne paraît pas constituer un facteur essentiel et les épreuves peuvent aussi être exécutées à des niveaux de bruit inférieurs (70-110 dB ont été utilisés, compte tenu des conditions qui règnent à bord de certains aéronefs, y compris au décollage et à l'atterrissage).

12.10.5 L'épreuve d'intelligibilité du langage articulé en présence de bruits ambiants est une méthode de dépistage supplémentaire permettant de veiller à ce que les candidats soient capables de bien percevoir les communications radio et les signaux acoustiques (radiophares, signaux d'avertissement), ainsi que l'écoulement aérodynamique (vitesse, imminence du décrochage), le son des moteurs et les bruits associés aux systèmes et instruments de bord. Il faut que les communications verbales entre membres d'équipage dans le poste de pilotage, notamment les instructions et la lecture des listes de vérifications, soient clairement comprises, également pendant les opérations d'approche, d'atterrissage et d'urgence.

12.10.6 La distance entre les pilotes dans le poste de pilotage moyen d'un avion de ligne varie de 0,6 à 1,2 m et la distance entre pilote et mécanicien navigant, de 0,6 à 1,8 m.

12.10.7 Les fréquences de modulation ILS sont les suivantes : radioborne intérieure : 3 000 Hz ; radioborne intermédiaire : 1 300 Hz ; radioborne extérieure : 400 Hz (Annexe 10 — *Télécommunications aéronautiques*, Volume I, 3.1.6.4). La tonalité de modulation des NDB (radiophares non directionnels) pour l'identification est de 1 020 Hz \pm 50 Hz ou de 400 Hz \pm 25 Hz.

12.10.8 Les caractéristiques et l'intensité du bruit du poste de pilotage dépendent du type d'aéronef et de moteurs (moteurs alternatifs, turbopropulseurs, turboréacteurs, turbosoufflantes), mais aussi beaucoup du bruit aérodynamique et de la vitesse de l'aéronef. Le problème fondamental réside dans l'effet du bruit du poste de pilotage sur la perception de la parole, ce qui revient à déterminer les niveaux d'interférence avec la parole. Il est compliqué par des différences acoustiquement significatives dans l'emploi des écouteurs et des haut-parleurs pour l'écoute des signaux radiotéléphoniques. Les écouteurs sont rarement conçus pour la protection acoustique et, de ce fait, ils n'atténuent que faiblement le bruit. Que l'on utilise des écouteurs ou des haut-parleurs dans le poste de pilotage, on peut faire varier le rapport entre signal et bruit ambiant dans le poste de pilotage au moyen de la commande de volume.

12.10.9 Étant donné que l'épreuve d'intelligibilité en présence de bruits ambiants contribue à l'évaluation finale de l'aptitude auditive des candidats qui n'ont pu satisfaire aux conditions d'audiométrie à sons purs, cette épreuve, ainsi que l'évaluation pratique éventuellement nécessaire en vol, doit être effectuée de façon à produire des résultats fiables que l'on puisse accepter avec confiance sur le plan international, compte tenu de leur importance pour la sécurité des vols. Un candidat qui échoue à l'épreuve d'audiométrie à sons purs ne devrait pas être déclaré inapte à cause d'une perte d'audition si l'on peut démontrer que sa perception du langage articulé et des signaux se situe à l'intérieur de limites acceptables en présence d'un niveau approprié de bruits produisant un effet de masque.

12.10.10 Le bruit de fond, réglé aux niveaux d'intensité voulus, peut être communiqué à l'oreille au moyen de haut-parleurs séparés. Le volume des éléments de l'épreuve doit pouvoir être commandé par le candidat d'une façon qui soit représentative du matériel de télécommunications de bord.

12.11 TYPES DE PERTE D'AUDITION

Perte d'audition monauriculaire

12.11.1 Le risque de perte d'audition soudaine pendant le vol est négligeable. L'effet d'ombre, dû à la réception monauriculaire dans certaines positions de la tête, peut réduire la capacité de discrimination et peut influencer sur l'efficacité des communications entre membres d'équipage et il convient d'en tenir compte. Du fait de la position des sièges à bord, il y a lieu de déterminer si le sujet dont il s'agit est pilote commandant de bord ou copilote. Les différences de rapport signal-bruit pour la perception monauriculaire et binauriculaire équivalente sont ordinairement de 3 dB à 4 dB. Les paragraphes 6.3.4.1 et 6.5.4.1 de l'Annexe 1 spécifient une acuité auditive « pour chaque oreille prise séparément ». En outre, le paragraphe 6.3.2.24 stipule que « le candidat ne présentera pas d'anomalie ou de maladie de l'oreille ». Chez les membres d'équipage professionnels et les pilotes privés, l'audition monauriculaire doit donc toujours être examinée et évaluée conformément aux meilleures pratiques médicales et aux dispositions du paragraphe 6.3.4.1.1. Il convient de noter que, conformément aux dispositions de l'Annexe 6, les aéronefs dont l'équipage est composé de deux ou plusieurs personnes doivent disposer d'un équipement d'intercommunication et de communications radio qui puisse être utilisé efficacement en pareil cas.

12.11.2 Les sujets atteints d'une perte d'audition monauriculaire éprouvent de la difficulté à situer les sons, à comprendre la parole dans des environnements bruyants et à comprendre les paroles qui leur parviennent du côté de l'oreille déficiente (ombre). Il est parfois avantageux d'utiliser l'« arrangement CROS » (déroutement d'une partie du signal reçu d'un côté vers l'autre oreille [*contralateral routing of the signal*]) pour les sujets qui ont une acuité auditive normale d'une oreille et pratiquement pas d'audition de l'autre oreille. Dans ce système, les signaux auditifs reçus sont repris par un microphone placé à côté de l'oreille déficiente et transmis, par des moyens électriques ou acoustiques, à l'oreille saine. Celle-ci est munie d'un moulage non obturant qui lui permet de recevoir directement des stimuli auditifs. Les sujets munis de ce dispositif signalent une amélioration marquée de leur aptitude à comprendre les paroles qu'ils reçoivent du côté de l'oreille déficiente, ainsi qu'une certaine amélioration de leur aptitude à comprendre le langage articulé dans des environnements bruyants.

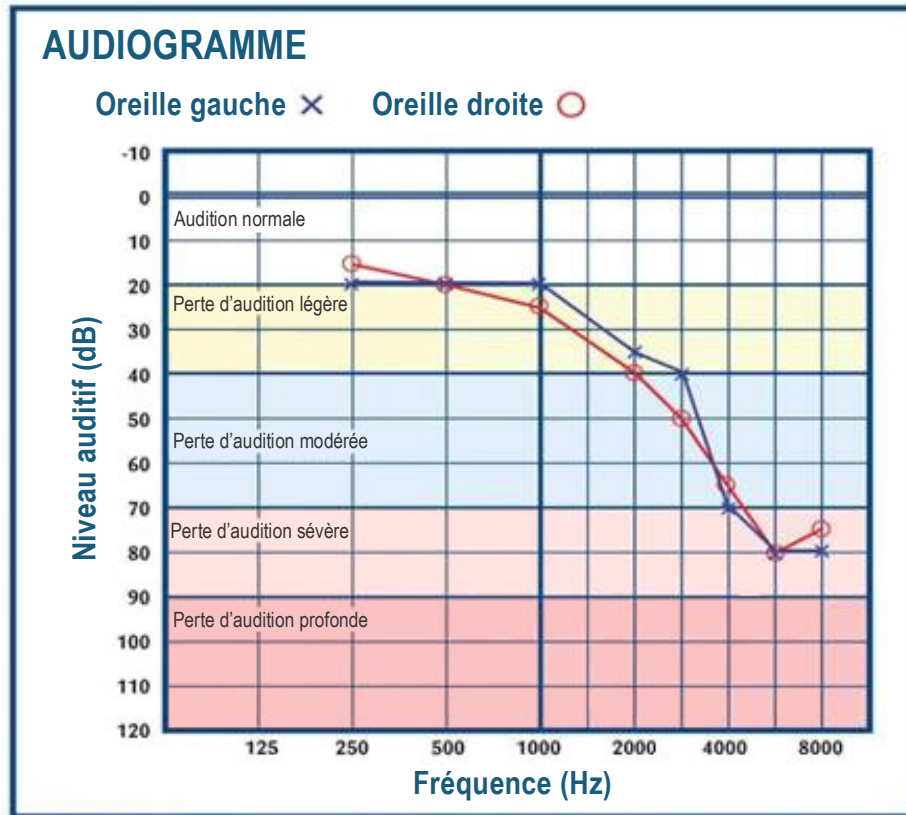
Presbyacousie

12.11.3 Au fil du vieillissement, une dégradation progressive de l'acuité auditive s'installe chez les pilotes. Cette perte d'audition neurosensorielle porte le nom de presbyacousie. Celle-ci peut commencer à se manifester dès la trentaine. La Figure III-12-4 montre la fréquence élevée de perte d'acuité auditive allant de pair avec le processus de vieillissement. La presbyacousie peut être décelée au moyen d'audiogrammes périodiques. La plupart des sujets qui présentent un déficit auditif neurosensoriel voient leur état s'améliorer sensiblement grâce à l'emploi d'une prothèse acoustique.

12.12 PROTHÈSES ACOUSTIQUES

12.12.1 Rares sont les candidats qui se présentent à l'examen médical en portant une prothèse acoustique. Il y a cependant beaucoup de navigants qui auraient avantage, particulièrement dans la vie courante, à porter une de ces prothèses. Dans les cas où une prothèse acoustique permet au candidat de mieux communiquer, il convient d'envisager son emploi pour les fonctions aéronautiques au sol.

12.12.2 Les premiers appareils acoustiques ont fait leur apparition à la fin des années 1920 et au début des années 1930. Ces aides auditives au carbone ont répandu l'idée que seuls les sujets atteints d'une surdité de transmission pouvaient tirer profit de ce type de prothèse.



* Exemple de presbycusis (perte graduelle d'audition des hautes fréquences) allant de pair avec le processus de vieillissement.

Figure III-12-4. Audiogramme révélant une presbycusis

12.12.3 Dans les années 1930, les appareils acoustiques à lampe radio ont fait leur apparition. On doutait encore beaucoup de l'efficacité d'une prothèse acoustique chez les sujets atteints d'une perte d'audition neurosensorielle. L'apparition des transistors et des appareils acoustiques à transistors ouvrit une ère nouvelle dans la conception et l'utilisation des prothèses. Il n'était désormais plus nécessaire de s'encombrer d'un appareil volumineux et inefficace. On continuera probablement à enregistrer des progrès et des perfectionnements importants dans le domaine des prothèses acoustiques.

12.12.4 Les candidats qui ont besoin d'une prothèse acoustique doivent être conseillés pour le choix de l'appareil, en fonction de leurs besoins particuliers. Le poids, les dimensions et le fait que cet appareil est ou non visible sont d'une importance secondaire. Il est souvent possible, en essayant des prothèses d'une puissance judicieusement choisie, avec les caractéristiques de réponse de fréquence jugées appropriées pour la perte d'audition à traiter, de faire apparaître des différences d'efficacité nettes et significatives.

12.12.5 Le degré de perte d'audition et les résultats du point de vue de la compréhension, ainsi que l'oreille sur laquelle l'écouteur est habituellement utilisé, sont des facteurs à prendre en considération dans le choix initial. Dans de nombreux cas, il pourra être nécessaire d'essayer l'appareil sur chaque oreille séparément, puis sur les deux oreilles, afin de déterminer l'adaptation optimale.

12.12.6 L'emploi d'appareils auditifs individuels n'est normalement pas admis au cours de l'exécution en vol des fonctions des membres d'équipage de conduite professionnels. Les arguments avancés contre l'emploi des prothèses acoustiques aux fins de la délivrance des licences sont fondés sur leur caractère délicat, leur fiabilité relativement faible et leur rendement acoustique inférieur à l'optimum. Toutefois, les appareils auditifs individuels ne sont normalement pas nécessaires en vol, du fait de l'équipement de bord obligatoire pour l'intercommunication et les communications radio. Les meilleurs appareils disponibles actuellement donnent un maximum de l'ordre de 70 % de la perception normale du langage articulé, même dans des environnements de bruit ambiant relativement faible. Cela résulte des caractéristiques de la réponse de fréquence des appareils, qui n'est pas « plate » dans la gamme de 500 à 3 000 Hz (comme dans le cas de la réponse de l'oreille normale) et qui, au-dessus de 3 000 Hz, accuse des « creux » très nets, où le bruit ambiant masque les fréquences voisines. On a fait observer que l'emploi de prothèses acoustiques n'est nullement analogue, fonctionnellement, à l'emploi de verres correcteurs pour une erreur de réfraction.

12.12.7 L'étude des caractéristiques techniques des prothèses acoustiques pour les navigants autres que les pilotes professionnels conduit à recommander de ne pas les employer en vol, à moins qu'elles n'aient été approuvées à la suite d'une évaluation approfondie tenant compte de toutes les incidences opérationnelles, en vertu du paragraphe 1.2.4.9 de l'Annexe 1.

12.13 NEZ ET SINUS PARANASAUX

Le nez

12.13.1 Le nez est un organe important chez les pilotes. Si leur odorat est altéré, ils risquent de ne pas déceler les premières traces d'odeurs d'essence, d'huile ou de fumée. Un nez en mauvais état peut être à l'origine de graves problèmes d'aération des sinus et de la trompe d'Eustache, problèmes susceptibles de provoquer des affections de l'oreille moyenne.

12.13.2 Il est possible et souhaitable de procéder à un examen approfondi du nez. Dans certains cas, lorsque la muqueuse de la cloison nasale et des cornets est enflée, il est impossible de pratiquer cet examen sans employer un agent constricteur (par exemple, une solution de néosynéphrine ou de xylométazoline). La plupart des candidats ne s'opposent pas à ce qu'un mince tampon d'ouate (imbibé) soit placé dans chaque narine.

Les sinus paranasaux

12.13.3 Les sinus sont assez difficiles à examiner, mais on dispose de méthodes bien définies qui sont utiles à cet effet. Une palpation (pression) profonde du sinus maxillaire peut provoquer une sensation de gêne ou une douleur. Il en va de même lorsque l'on exerce une pression sur la face antérieure du sinus frontal ou une profonde pression digitale sur le plancher du sinus frontal. On y parvient en plaçant le doigt sous le rebord orbitaire supérieur et en demandant au candidat d'incliner la tête. S'il ressent une douleur, le candidat redressera la tête pour réduire la pression.

12.13.4 Si la présence d'un exsudat purulent dans le nez est constatée, il convient de procéder à un examen attentif et de déterminer où se trouve l'accumulation maximale. Le diaphanoscope est un instrument utile pour l'examen des sinus. Il faut toutefois signaler que cette méthode risque d'induire en erreur, à cause du grand nombre de résultats positifs ou négatifs qui se révèlent être faux. Ce mode d'examen ne présente pas de difficultés : il suffit de disposer d'une chambre noire et d'un éclairage puissant, quel qu'il soit. Pour examiner les sinus frontaux, placez la lumière sous le rebord orbitaire supérieur et protégez-vous les yeux. Si les sinus frontaux sont tous les deux translucides, on peut admettre qu'ils sont fondamentalement normaux. Si l'un est translucide et si l'autre ne transmet pas la lumière (reste opaque), il y a lieu de poursuivre l'examen. Projeter la lumière de la même façon sur les sinus maxillaires, en la plaçant dans la bouche, près de la voûte palatine du sujet, dont les lèvres demeureront étroitement serrées. Si une anomalie ou une nette différence est constatée, il faudra, là encore, poursuivre l'examen diagnostique, par exemple au moyen d'une radiographie ou d'une

tomographie. Si, à la transillumination, les sinus frontaux et maxillaires s'éclairent, il ne faut pas en conclure que le candidat examiné ne peut pas être atteint de sinusite. Ce phénomène s'explique par le fait qu'il est impossible d'examiner au diaphanoscope les sinus sphénoïdaux et ethmoïdaux.

12.13.5 Il est rare qu'un candidat soit déclaré inapte en raison de troubles des sinus du nez découverts au cours d'un examen d'aptitude physique périodique. Toutefois, le médecin-examineur de l'aviation doit être vigilant, examiner attentivement, guider et conseiller le sujet qu'il examine. Au besoin, le candidat devra subir d'autres examens (radiographie ou tomographie) et suivre un traitement avant d'être déclaré apte à exercer des fonctions aéronautiques.

12.14 ÉTATS PATHOLOGIQUES

Le rhume banal

12.14.1 En général, le candidat déclare qu'il présente les symptômes d'un rhume depuis un jour ou deux à peine. À l'examen, il peut avoir une obstruction nasale marquée, un écoulement du nez jaune et épais ; il peut tousser et avoir une légère fièvre. Il convient de l'examiner à nouveau sept à dix jours plus tard avant de prendre une décision définitive. Des complications peuvent survenir dans les sinus paranasaux, la trompe d'Eustache, l'oreille moyenne, le larynx, la trachée et les bronches. Le rhume banal peut être la cause directe d'une otite barotraumatique moyenne, d'un barotraumatisme de l'oreille interne ou d'une sinusite barotraumatique.

12.14.2 Il convient de conseiller aux pilotes de ne pas voler lorsqu'ils ont un rhume ou ont le nez encombré.

Les allergies

12.14.3 Le médecin-examineur doit faire preuve de vigilance pour déceler les états allergiques. Qu'il se tienne sur ses gardes lorsqu'on vient lui annoncer : « J'ai un peu de rhume des foins ». Au cours de l'examen du nez, il demande au sujet : « Quelles sont les gouttes que vous préférez ? Avez-vous déjà pris des antihistaminiques ? ». Il avertira d'emblée les sujets qui présentent des allergies graves des complications possibles des réactions allergiques pendant le pilotage. Il soulignera aussi les dangers propres aux traitements médicamenteux.

12.14.4 Les principaux symptômes de rhinosinusites allergiques sont les éternuements, une obstruction nasale marquée, des écoulements, des larmoiements et des démangeaisons du nez agaçantes.

12.14.5 L'asthme est souvent une simple manifestation d'allergie siégeant dans la partie inférieure des voies respiratoires. Il convient de procéder à un examen pulmonaire complet en présence d'une rhinite allergique incontestable. Les personnes atteintes d'« asthme bronchique » sont souvent sujettes à des infections des sinus paranasaux.

La sinusite barotraumatique

12.14.6 De nombreux pilotes ont de temps à autre été gênés par des sinusites barotraumatiques. Comme l'otite barotraumatique, cette sinusite est occasionnée par des différences de pression entre le sinus et l'air ambiant. Elle provoque des maux de tête et, par moments, de vives douleurs au-dessus du sinus lésé. Toute obstruction au drainage des sinus se traduit par une absorption de l'oxygène et une stagnation de la sécrétion dans le sinus, suivie par une infection bactérienne et la formation de pus. Comme l'otite barotraumatique, la sinusite barotraumatique se produit d'ordinaire au cours de la descente, après un vol à haute altitude. La sinusite barotraumatique dans le sphénoïde provoque des douleurs à l'arrière de la tête, tandis que la sinusite barotraumatique dans les autres sinus induit une douleur près du sinus concerné.

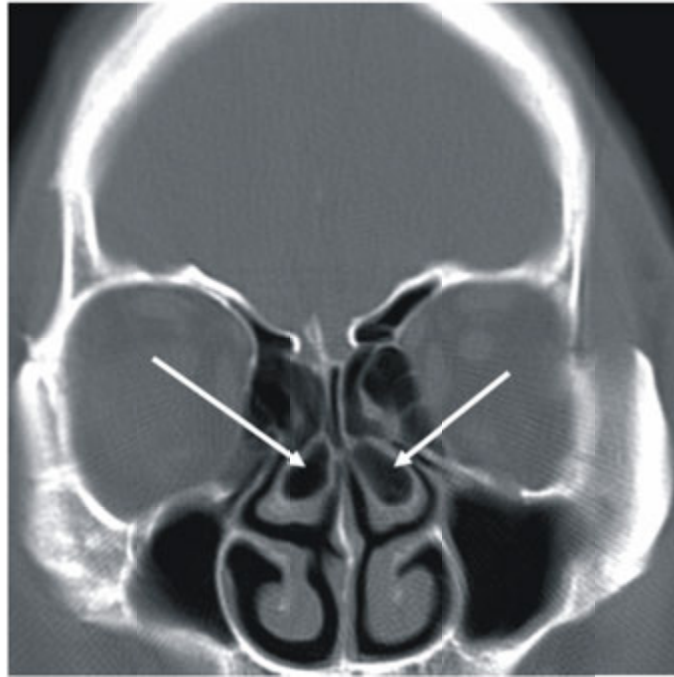


Figure III-12-5. Tomographie des sinus révélant une concha bullosa

12.14.7 Les cornets bulleux (concha bullosa) sont une dystrophie kystique associée à une pneumatisation du cornet moyen, ce qui peut provoquer, dans certains cas, une sinusite barotraumatique. Les cas de concha bullosa sont généralement diagnostiqués au moyen d'une tomographie (voir Figure III-12-5).

12.14.8 Il est possible de soulager ces patients, généralement en quelques minutes, en utilisant un léger vasoconstricteur nasal, qui diminuera le gonflement et l'œdème au niveau tant du nez que de la trompe d'Eustache. On peut supposer qu'un pilote présentant les symptômes susmentionnés prend un traitement médicamenteux sous une forme ou une autre.

12.14.9 Si des antibiotiques et des antihistaminiques lui ont été prescrits et s'il y a recours, le candidat doit être informé des effets secondaires possibles et s'abstenir de voler tant qu'il est sous traitement.

12.15 LE LARYNX

12.15.1 Il est indispensable qu'un membre d'équipage de conduite s'exprime d'une manière compréhensible. S'il a la voix voilée, éraillée ou rauque, il faut procéder à un examen complet du larynx. Il convient de noter toute anomalie. S'il y a lieu de pousser plus loin les recherches, le pilote devrait être déclaré temporairement inapte. L'enrouement accompagne souvent une laryngite aiguë et disparaît généralement lorsque l'infection concomitante est vaincue.

12.15.2 En cas de laryngite chronique, le médecin-examineur doit en rechercher les causes. Le tabagisme et une consommation excessive d'alcool, ainsi que la tuberculose et le cancer, comptent parmi les facteurs étiologiques fréquents. Un enrouement qui se prolonge au-delà de deux semaines exige une laryngoscopie et, au besoin, une biopsie du larynx par un spécialiste ORL. Si un cancer est décelé, le pilote doit recevoir le traitement adéquat avant d'être pris en considération pour une certification. En cas de traitement par radiothérapie, il convient de porter une attention particulière

à tout gonflement post-radique du larynx survenant dans les six mois suivant le traitement. En outre, le pilote doit tenir compte des inconvénients d'une muqueuse sèche. Il devra s'humidifier la bouche fréquemment, surtout dans l'air sec à bord des avions de ligne.

12.16 L'APPAREIL VESTIBULAIRE

Désorientation spatiale

12.16.1 Les candidats à la délivrance initiale d'une licence admettent rarement qu'ils sont sujets au vertige ou à des étourdissements accompagnés de désorientation, mais un interrogatoire sur les antécédents et un examen physique approfondis peuvent confirmer de tels symptômes. Le mot « vertige » revêt un sens différent selon les sujets. Pour l'individu qui reste au sol, il est en général synonyme d'étourdissement. Pour un pilote, il signifie en termes simples que celui-ci a perdu ses coordonnées et son sens de l'orientation dans l'espace.

12.16.2 La désorientation en altitude est décrite au Chapitre 1 de la Partie II comme un état qui joue un rôle important en médecine aéronautique et qui est provoqué par des mécanismes physiologiques, mais que des facteurs psychologiques peuvent perpétuer.

12.16.3 En l'absence de point de repère visuel — par exemple, lorsque le pilote vole dans les nuages ou dans l'obscurité sans instruments — l'information vestibulaire peut être source d'erreur ou de confusion. La déformation des cellules ciliées de l'appareil vestibulaire déclenche des réflexes en chaîne qui déterminent des réactions posturales, proprioceptives et oculomotrices. Le médecin-examineur s'intéressera donc à des réactions importantes telles que le nystagmus, la déviation des index et les chutes.

12.16.4 Un pilote en proie à la désorientation spatiale (DS) a une impression mentale inexacte de la position, de l'assiette et du mouvement de son avion ; la DS en cours de vol peut avoir des conséquences fatales. De nombreux pilotes ont connu des épisodes de désorientation, dans différents environnements. Ils peuvent les accepter comme normaux ou y voir des symptômes d'un état anormal de leur personne ou de leur avion. Le fait qu'ils rendent compte ou non de cette désorientation, même en étant directement interrogés, est influencé par :

- a) leur reconnaissance du fait qu'ils ont été désorientés ;
- b) leur aptitude à évaluer les dangers potentiels inhérents à de tels épisodes et leur disposition à en rendre compte ;
- c) des pressions sociales et économiques :
 - 1) le fait qu'ils l'admettent aura-t-il des conséquences souhaitées, par exemple une raison médicale pour abandonner une carrière qui ne les satisfait plus ?
 - 2) le fait qu'ils l'admettent aura-t-il des conséquences indésirées, par exemple des interdictions de vol, une suspension de traitement, un préjudice porté à la situation sociale ou à la carrière ?
- d) leur confiance (ou manque de confiance) envers les personnes auxquelles ils pourraient demander de l'aide, par exemple le médecin-examineur.

12.17 ANTÉCÉDENTS

12.17.1 L'essentiel est de déterminer si le pilote a effectivement été en proie à un vrai vertige (c'est-à-dire s'il a eu la sensation de tourner sur lui-même ou que son environnement tournait) ou s'il a seulement éprouvé une sensation d'instabilité tridimensionnelle, d'étourdissement ou de faiblesse. Le temps que le médecin passe à élucider cette question est loin d'être du temps perdu. S'il ne s'agit pas d'un vrai vertige, il faut chercher l'étiologie des troubles ailleurs que dans l'appareil vestibulaire.

12.17.2 La désorientation peut être liée à de multiples conditions de vol. Elle peut notamment être imputable à des changements d'altitude rapides — principalement en descente — qui peuvent provoquer un vertige de pression dû au fait que l'oreille moyenne se bouche, puis se débouche. Les pilotes qui ont des accès répétés ou graves de vertige de pression devraient être adressés à un spécialiste expérimenté de l'ORL aéronautique, capable de déterminer s'il s'agit d'un simple phénomène de vertige alternobare ou d'une fistule périlymphatique (barotraumatisme de l'oreille interne). En général, il convient d'avertir les pilotes qu'ignorer les signes d'un rhume banal et piloter avec une infection des voies respiratoires supérieures peut être à l'origine d'une incapacité aiguë provoquée par une douleur dans les oreilles ou les sinus, accompagnée, dans certains cas, par des vertiges et une perte d'audition irréversibles, pouvant entraîner un maintien au sol permanent.

12.17.3 L'apparition d'un vrai vertige alors que le sujet n'est pas en train de voler ou la persistance de certains aspects de la désorientation, toujours les mêmes (comme les mouvements giratoires ou les oscillations, ou des vertiges orthostatiques), évoque un syndrome labyrinthique. Il faut penser à la névrite vestibulaire (labyrinthite aiguë), à la maladie de Menière¹², à un nystagmus paroxystique positionnel bénin et à diverses autres causes de vertige, et évaluer les candidats en conséquence.

12.18 L'EXAMEN PHYSIQUE

12.18.1 L'examen physique, dont les grandes lignes ont été indiquées précédemment, doit être pratiqué et noté avec soin dans le cas d'un pilote ayant déjà présenté des vertiges. L'examineur doit être en possession des résultats de l'évaluation cardio-pulmonaire ; les valeurs de la tension artérielle peuvent permettre de formuler un diagnostic d'hypotension orthostatique à l'origine des étourdissements.

12.18.2 Lorsque le vertige s'accompagne d'une perte d'audition, il est souvent lié à une affection labyrinthique localisée. Les troubles des malades qui souffrent à la fois de vrai vertige et d'une perte auditive neurosensorielle peuvent provenir soit de l'organe de Corti, soit du huitième nerf crânien. L'audiométrie est la méthode de localisation de la lésion qui offre les résultats les plus satisfaisants. Si l'audiométrie à sons purs permet de distinguer les pertes auditives de transmission des pertes neurosensorielles, elle ne sera d'aucune utilité pour la localisation que le médecin cherche à établir. Les lésions de l'organe de Corti se reconnaissent à la présence d'un phénomène de « *recruitment* ». Quant aux affections du huitième nerf crânien, elles sont caractérisées par un faible pourcentage de discrimination vocale, par un délai anormal d'extinction du son et par des potentiels évoqués auditifs anormaux du tronc cérébral (PEATC). Des méthodes d'analyse plus avancées, comme la tomographie par ordinateur ou, mieux encore, l'imagerie par résonance magnétique (IRM), sont maintenant courantes dans la plupart des hôpitaux.

12 Maladie de Menière : affection caractérisée cliniquement par des vertiges, des nausées, des vomissements, des acouphènes et une perte d'audition sensorielle progressive et fluctuante associés à un hydrope endolymphatique. Du nom de Prosper Menière, médecin français (1799-1862).

12.18.3 La présence d'une pathologie vestibulaire (d'étiologie centrale ou périphérique) peut être révélée par quelques tests cliniques essentiels. Le test de Romberg¹³, le test du fauteuil tournant de Bárány¹⁴, le test de Dix-Hallpike¹⁵ de détection du nystagmus spontané, la capacité de marcher sur une ligne droite, pointe à talon, les yeux bandés (ou test de marche d'Unterberger¹⁶), sont des épreuves sensibles que l'examineur peut aisément faire passer. Toujours les yeux bandés, le sujet peut aussi être invité à toucher alternativement du doigt son nez, puis le doigt de l'examineur, dans un mouvement de va-et-vient rapide qui se traduira par une dérive (ou déviation des index, c'est-à-dire une déviation plus ou moins grande par rapport au doigt du médecin) en cas de troubles labyrinthiques aigus et mettra en évidence, le cas échéant, l'existence d'une ataxie latente. Si les tests vestibulaires donnent des résultats irréguliers, le pilote doit être envoyé chez un spécialiste pour examens complémentaires avec des méthodes plus sophistiquées, telles que l'électronystagmographie (ENG), la vidéonystagmographie (VNG), l'épreuve calorique, l'épreuve vestibulaire d'autorotation (VAT), l'étude des potentiels évoqués vestibulaires myogéniques, l'épreuve d'équilibre sur plateau, etc.

12.19 L'ÉPREUVE CALORIQUE

12.19.1 Il convient que les candidats qui ont été ou sont sujets au vrai vertige soient soumis à des épreuves caloriques ou à d'autres tests équivalents. Dans l'épreuve calorique, on stimule les canaux semi-circulaires latéraux en introduisant des liquides dans le conduit auditif externe. Si la température du liquide est différente de celle du corps, la différence de température sera transmise par conduction à un secteur des canaux semi-circulaires latéraux. Dans ce secteur, la densité de l'endolymphe sera différente de celle du reste de l'endolymphe. Si le plan du canal semi-circulaire est parallèle à la direction de la pesanteur, cette différence de densité amènera l'endolymphe à descendre si le liquide est froid ou à monter s'il est chaud. Comme le stimulus calorique peut produire un courant de convection qui opérera une rotation de l'endolymphe dans l'une ou l'autre direction, chacune des deux oreilles peut faire l'objet d'une épreuve distincte.

12.19.2 De nombreux articles ont été consacrés aux méthodes, aux modifications et à l'interprétation des épreuves qui utilisent de l'eau chaude et froide pour stimuler les canaux semi-circulaires. Il suffit à l'examineur de langue anglaise de se souvenir de la formule simple ←COWS→. Lorsqu'on emploie de l'eau froide (C pour « cold »), le nystagmus qui en résulte se produit du côté opposé (O) à l'oreille irriguée ; si l'on emploie de l'eau chaude (W pour « warm »), le nystagmus se produit du même (S pour « same ») côté que l'oreille irriguée. On parle de nystagmus orienté vers la droite ou vers la gauche, selon la direction de la déviation rapide. Les paramètres sont la vitesse du composant lent du nystagmus et sa direction. Une faiblesse unilatérale de moins de 20 % est considérée comme normale. Une prépondérance directionnelle de moins de 25 % est dans les limites normales acceptées. La méthode consiste à irriguer chaque oreille séparément d'eau à 30°C et 44°C, c.-à-d. à une température de 7°C inférieure ou supérieure à celle du corps. Cette méthode est relativement longue et compliquée pour un médecin-examineur qui n'est pas un spécialiste.

12.19.3 Une façon plus attrayante d'induire des réactions vestibulaires consiste à utiliser des mouvements naturels de la tête et le réflexe vestibulo-oculaire (VOR). L'épreuve vestibulaire d'autorotation, ou VAT, est une épreuve informatisée mise au point pour mesurer le VOR pendant des rotations de la tête à haute fréquence (2-6 Hz) en utilisant un mouvement actif de la tête déclenché par un stimulus auditif, au lieu d'une rotation passive d'un fauteuil. Cette épreuve

13 Test de Romberg : test de station debout ou signe de Romberg. Le test est positif si le patient, se tenant debout, les talons joints, devient instable et que son déséquilibre s'aggrave lorsqu'il ferme les yeux. Du nom de Moritz Romberg, médecin allemand (1795-1873).

14 Test du fauteuil tournant de Barany : épreuve destinée à mesurer la fonction vestibulaire en faisant tourner le patient sur un fauteuil tournant et en observant la durée du nystagmus induit par les lunettes de Frenzel.

15 Test de Dix-Hallpike : test destiné à déterminer si le vertige est déclenché par certains mouvements de la tête. Du nom de Margaret R. Dix, médecin anglais, et Charles Skinner Hallpike, neuro-otologiste anglais (tous deux du XX^e siècle).

16 Test de marche d'Unterberger : détection de pathologies vestibulaires ; le test est positif si le patient tourne en marchant sur place les yeux fermés. Une rotation d'un côté indique une pathologie labyrinthique de ce côté. Du nom d'A. Unterberger, otologiste allemand (XX^e siècle).

peut utilement remplacer l'épreuve calorique dans un contexte de médecine aéronautique et c'est la méthode privilégiée par plusieurs centres de médecine aéronautique dans les États contractants.

12.20 L'ÉLECTRONYSTAGMOGRAPHIE/LA VIDÉONYSTAGMOGRAPHIE

12.20.1 L'emploi de l'épreuve calorique pour l'examen de la fonction vestibulaire présente un inconvénient majeur : le nystagmus provoqué doit être jugé par observation directe ; l'évaluation dépend donc de l'appréciation et de l'expérience personnelles de l'examineur. Les observations d'un même nystagmus peuvent donc facilement varier en fonction des observateurs. De ce fait, la comparaison des résultats n'est satisfaisante que si c'est la même personne qui procède toujours aux épreuves. En outre, il n'est pas possible d'évaluer comme il convient d'autres caractéristiques du nystagmus. On ne peut pas déterminer avec exactitude des facteurs tels que l'amplitude, la fréquence maximale et la rapidité du rythme du nystagmus. Pour surmonter ces difficultés et pour supprimer la fixité du regard (les yeux du candidat sont fermés), on a mis au point l'électronystagmographie/la vidéonystagmographie (ENG/VNG), qui permet d'enregistrer électroniquement le nystagmus provoqué, selon un procédé analogue à l'électrocardiographie, qui permet d'enregistrer l'activité du cœur. L'ENG/la VNG permet en outre de quantifier le nystagmus spontané et positionnel.

Méthode employée

12.20.2 Il y a une différence entre le potentiel de la cornée et celui de la rétine : la rétine est négative et la cornée, positive, ce qui permet à l'œil de jouer le rôle d'un dipôle. Les mouvements de l'œil qui caractérisent le nystagmus provoquent un déplacement latéral du potentiel cornéo-rétinien, entraînant ainsi des modifications enregistrables du potentiel à la commissure externe de la paupière. Dans l'ENG, ces modifications sont enregistrées par un appareil électronique et peuvent ensuite faire l'objet d'une analyse qualitative et quantitative. Dans la VNG, une caméra vidéo est focalisée sur la pupille et enregistre les mouvements de l'œil. Le sujet est allongé la tête surélevée à un angle de 30°, ce qui place le conduit horizontal dans une position permettant une stimulation maximale. Des électrodes sous tension sont mises en place latéralement par rapport à l'angle externe de l'œil, l'électrode neutre étant fixée au front ; les yeux sont fermés pour empêcher la fixation. Les stimuli caloriques chauds et froids sont appliqués et le nystagmus provoqué est automatiquement enregistré par l'appareil électronique.

12.20.3 Il est très rare que les médecins-examineurs de l'aviation aient un électronystagmographe à leur disposition. Toutefois, le médecin-examineur doit savoir que ces épreuves peuvent être pratiquées dans des centres de médecine aéronautique, dans des cliniques ORL et dans des centres d'audiologie bien équipés.

RÉFÉRENCES

Joint Aviation Authorities (JAA), *JAA Manual of Civil Aviation Medicine — Licensing*, Global Engineering Documents, Englewood, Colorado, USA, 2006.

Rayman, R.B., et al., *Clinical Aviation Medicine*. 4th ed., Professional Publishing Group, Ltd., New York, 2006.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 13. VIRUS DE L'IMMUNODÉFICIENCE HUMAINE (VIH).....	III-13-1
13.1 Introduction	III-13-1
13.2 Contexte	III-13-1
13.3 Agent étiologique	III-13-1
13.4 Transmission	III-13-2
13.5 Évolution de l'infection par le VIH.....	III-13-2
13.6 Manifestations cliniques de l'infection par le VIH	III-13-4
13.7 Évaluation du VIH et de la maladie pouvant provoquer des symptômes incapacitants	III-13-5
État de santé actuel.....	III-13-5
Risque de progression.....	III-13-12
13.8 Séropositivité au VIH asymptomatique et vaccinations avant le voyage.....	III-13-15
Appendice. Suggestion de protocole pour l'évaluation de l'infection à VIH.....	III-13-16

Chapitre 13

VIRUS DE L'IMMUNODÉFICIENCE HUMAINE (VIH)

13.1 INTRODUCTION

13.1.1 Les chapitres d'introduction du présent manuel énoncent les principes de base de l'évaluation de l'aptitude physique et mentale des candidats à des fonctions aéronautiques.

13.1.2 Dans les dispositions médicales générales de l'Annexe 1, les SARP relatives au virus de l'immunodéficience humaine (VIH) sont identiques pour les trois classes d'attestation médicale (pilotes de l'aviation commerciale, pilotes privés et contrôleurs de la circulation aérienne). Elles stipulent ce qui suit :

6.3.2.20 Les candidats qui sont séropositifs au virus de l'immunodéficience humaine (VIH) seront déclarés inaptes, à moins que leur état n'ait fait l'objet d'une enquête et d'une évaluation conformes aux meilleures pratiques médicales et qu'il n'ait été jugé comme n'étant pas susceptible de les empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de leur licence ou de leurs qualifications.

Note 1.— Le diagnostic précoce de l'infection à VIH et son traitement actif par thérapie antirétrovirale réduisent la morbidité et améliorent le pronostic, ce qui augmente la probabilité d'une déclaration d'aptitude.

Note 2.— Le Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984) contient des indications sur l'évaluation des candidats qui sont séropositifs au virus de l'immunodéficience humaine (VIH).

13.1.3 Les éléments indicatifs contenus dans la présente section ont principalement pour but de permettre de déterminer le besoin de mener une enquête et une évaluation des risques complètes sur une pathologie susceptible de provoquer l'incapacité de candidats séropositifs au VIH.

13.2 CONTEXTE

L'infection par le VIH est mondiale : pratiquement tous les pays du monde signalent des cas. Non traitée, cette infection mène généralement au syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA), assorti d'infections opportunistes définissant le sida ou de maladies connexes. Un rapport de 2007 publié par l'ONUSIDA/l'OMS estime le nombre de séropositifs au VIH dans le monde à 33,2 millions. On a recensé 2,5 millions de nouveaux cas en 2007, dont 1,7 million (68 %) en Afrique subsaharienne, et des hausses sensibles du nombre de cas en Europe orientale et en Asie centrale, où il semblerait que les taux d'infection aient augmenté de plus de 50 % depuis 2004. En 2006, 2,1 millions de personnes sont mortes de maladies définissant le sida. La prévalence du VIH chez les pilotes et les contrôleurs de la circulation aérienne n'est pas connue.

13.3 AGENT ÉTIOLOGIQUE

13.3.1 En 1984, le virus de l'immunodéficience humaine de type 1 (VIH-1) a été découvert comme le principal agent étiologique du sida. En 1986, un deuxième type de VIH, appelé VIH-2, a été isolé parmi les patients sidéens d'Afrique occidentale. Le VIH-1 et le VIH-2 ont les mêmes modes de transmission et sont associés à des infections opportunistes similaires et au sida. Chez les personnes infectées par le VIH-2, l'immunodéficience semble se développer plus lentement

et être moins sévère. L'infection par le VIH-2 se rencontre principalement en Afrique occidentale et l'on maîtrise moins la prise en charge de l'infection et l'établissement de pronostics pour le VIH-2 que pour le VIH-1. Il faut donc faire preuve de prudence lorsque l'on interprète des informations fournies dans le présent chapitre pour évaluer à des fins de certification l'aptitude de personnes infectées par le VIH-2.

13.3.2 L'agent étiologique est un rétrovirus, qui cible principalement les lymphocytes T CD4+. Ceux-ci coordonnent plusieurs fonctions immunologiques importantes, de sorte qu'une perte de ces fonctions entraîne une altération progressive de la réponse immunitaire. Des études sur l'évolution naturelle de l'infection par le VIH ont documenté un large spectre de manifestations de la maladie, allant d'une infection asymptomatique à des états menaçant le pronostic vital, caractérisés par une immunodéficience grave, des infections opportunistes sévères et des cancers. D'autres études ont mis en évidence une forte association entre une diminution du taux de lymphocytes T CD4+ et un accroissement du risque et de la gravité des maladies opportunistes.

13.4 TRANSMISSION

Le VIH se transmet par contact sexuel (tant homosexuel qu'hétérosexuel), par le sang et les produits sanguins, et par des mères infectées à leurs bébés, soit intrapartum, pendant la période périnatale ou via le lait maternel. Il n'existe aucune preuve de transmission du VIH par simple contact ou par des insectes, notamment via des piqûres de moustiques. Le VIH a été mis en évidence dans le fluide séminal, dans les frottis cervicaux et dans le fluide vaginal. Il semble s'y concentrer là où le fluide contient des nombres accrus de lymphocytes et de monocytes, comme dans le cas d'inflammations génitales. Il existe de forts liens entre la transmission du VIH et des antécédents de maladies sexuellement transmissibles (MST) et entre la transmission du VIH et des relations sexuelles anales. Bien que le virus puisse être identifié dans presque tout fluide corporel, rien ne prouve que la transmission puisse se faire via une exposition à des larmes, à la sueur ou à l'urine. Il n'existe pas de preuves convaincantes que la salive puisse aisément transmettre l'infection par le VIH, bien que quelques cas aient été signalés dans lesquels la victime avait été mordue par une personne infectée par le VIH.

13.5 ÉVOLUTION DE L'INFECTION PAR LE VIH

13.5.1 L'évolution typique de l'infection par le VIH chez des patients *non traités* est présentée à la Figure III-13-1. Après la pénétration du virus dans le système hôte, les lymphocytes T CD4+ (et, dans une moindre mesure, les cellules appartenant à la lignée monocyttaire) sont les principales cibles de l'infection par le VIH.

13.5.2 Au cours de la primo-infection, la réplication du virus dans les lymphocytes T à récepteurs CD4+ s'intensifie avant le déclenchement d'une réaction immunitaire spécifique au VIH, ce qui fait exploser la virémie et entraîne une diffusion rapide du virus à d'autres cellules lymphoïdes, au cerveau et dans d'autres tissus. À ce stade, 3 à 6 semaines après la primo-infection, de 50 à 70 % des patients connaissent un « syndrome rétroviral aigu » (infection aiguë par le VIH). La caractéristique de l'infection aiguë est un taux élevé d'acide ribonucléique (RNA) du VIH ou d'antigène viral p24 parallèlement à un test immuno-enzymatique (ELISA) négatif, un transfert Western négatif ou évolutif, et la mise en évidence subséquente d'une séroconversion complète des anticorps. La séroconversion se produit généralement dans les 21 à 28 jours suivant l'exposition au virus (la fenêtre va de 7 jours à 12 mois). La présentation classique d'un syndrome rétroviral aigu ressemble à une pathologie de type mononucléose, souvent confondue avec le paludisme dans des contextes tropicaux. Les symptômes les plus courants sont la fièvre, la fatigue, des myalgies/arthralgies, une pharyngite, une adénopathie, une éruption cutanée, l'anorexie, des problèmes gastro-intestinaux non spécifiques et, parfois, des symptômes neurologiques. Ces symptômes disparaissent spontanément chez la plupart des patients. Il est prouvé que la persistance du syndrome rétroviral aigu au-delà de 14 jours ainsi qu'un temps d'incubation inférieur à 21 jours sont des indicateurs d'une progression plus rapide vers le sida. Une virémie significative persiste pendant plusieurs semaines et diminue après 9 à 12 semaines, pour atteindre des niveaux nettement inférieurs, alors que, dans le même temps, les taux de lymphocytes T CD4+ augmentent après avoir atteint leur niveau le plus bas environ 6 semaines après l'infection.

(Figure III-13-1). Pendant la période du pic de virémie, on pense que les réactions immunitaires spécifiques au VIH commencent à faire baisser la charge virale jusqu'à une « valeur de consigne » entre la réplication virale et la pression immunitaire. Ce stade est atteint dans les 6 à 12 premiers mois suivant l'infection et la plupart des spécialistes du VIH présumant que cette valeur de consigne est hautement indicative de la vitesse de progression du patient vers le sida.

13.5.3 Une fois l'infection établie, le virus ne disparaît jamais complètement du corps. Une infection chronique se développe, qui persiste à des degrés divers de réplication du virus. Pour les adultes des pays développés, le temps moyen de progression vers les signes et symptômes cliniques du sida est d'environ 10 ans, en l'absence de thérapie antirétrovirale. Cette progression est fort liée à l'âge, les patients plus âgés s'en sortant nettement moins bien que les jeunes. Bien que les patients soient asymptomatiques pendant cette période, dans la majorité des cas non traités, la charge virale augmente graduellement et les lymphocytes T CD4+ diminuent progressivement ; les patients deviennent symptomatiques et cliniquement malades, et finissent par contracter des infections opportunistes sévères. Certaines personnes non traitées (20 %) contractent des maladies définissant le sida dans les 5 ans suivant l'infection, tandis que d'autres (< 5 %) maintiennent une infection par le VIH asymptomatique pendant longtemps (> 10 ans), sans baisse de la numération des lymphocytes T CD4+ sous les 500/μL. Environ 2 % des sujets infectés non traités — souvent appelés « non-progresseurs à long terme » — semblent capables d'endiguer la réplication du VIH à des niveaux extrêmement bas et de maintenir une numération stable des lymphocytes T CD4+ dans la fourchette normale, pendant de longues périodes (> 12 ans). L'apparition de traitements antirétroviraux efficaces entraînant une suppression quasi totale de la réplication du virus a permis de nettement retarder la progression vers les maladies définissant le sida et de prévenir des pathologies connexes chez de nombreux sujets séropositifs au VIH dans le monde développé. Ces médicaments semblent aussi réduire de façon significative le taux de transmission sexuelle et verticale du virus et revêtent une grande importance parmi une population telle que celle des équipages de conduite, qui sont très mobiles.

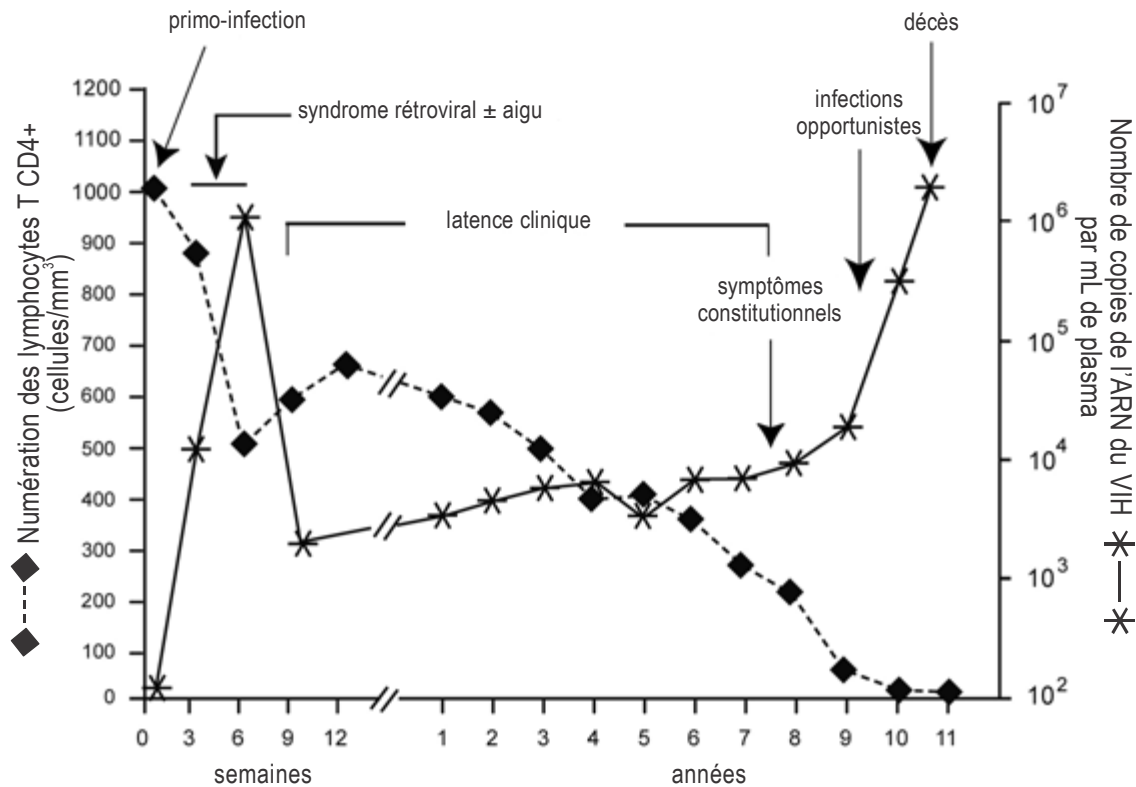


Figure III-13-1. Évolution typique de l'infection par le virus de l'immunodéficience humaine (VIH) (adapté de Pantaleo et al., NEJM 328 : 327-35, 1993)

13.6 MANIFESTATIONS CLINIQUES DE L'INFECTION PAR LE VIH

13.6.1 La période de latence (période de latence clinique ; Figure III-13-1) est d'une durée très variable d'un individu à l'autre. Les premiers symptômes d'immunosuppression liée au VIH (stade 2, symptômes légers, dans la classification des stades cliniques établie par l'OMS) comprennent le zona, des infections récurrentes des voies respiratoires supérieures (IVRS) et une dermatite séborrhéique. Le stade 3 comporte des symptômes plus avancés, notamment une candidose buccale persistante, une leucoplasie chevelue buccale, une perte de poids sévère ou de la fièvre, ou des diarrhées chroniques et des infections bactériennes graves, ou une tuberculose pulmonaire.

13.6.2 Après une période de latence, les sujets séropositifs au VIH non traités développent le stade 4 de la maladie, tel que défini par l'OMS, ou des maladies définissant le sida, qui peuvent se caractériser par des symptômes neuropsychiatriques tels que la démence, des altérations cognitives ou autres altérations psychologiques associées à une encéphalopathie liée au VIH, des infections opportunistes de l'appareil respiratoire et du système nerveux central (SNC) et des pathologies touchant l'appareil cardiovasculaire ainsi que les systèmes gastro-intestinal, hépatobiliaire, rénal, génito-urinaire et endocrinien. La majorité des troubles neurologiques sont des démences associées au sida (DAV). D'autres atteintes neurologiques comprennent des myélopathies, des neuropathies et myopathies périphériques, des infections opportunistes, un lymphome primaire du système nerveux central et des maladies cérébrovasculaires. De plus, des symptômes cognitifs et psychiatriques, des altérations de la vision, des céphalées, des crises d'épilepsie, des vertiges, des mouvements involontaires, des troubles de la marche, des neuropathies crâniennes et des déficits focaux peuvent compromettre l'exercice sûr de fonctions aéronautiques par du personnel séropositif au VIH. Les pathologies incluses dans la définition de cas de sida à des fins de surveillance sont énumérées au Tableau III-13-1.

Tableau III-13-1. Maladies définissant le sida

Candidose de l'œsophage, des bronches, de la trachée ou des poumons
Cancer du col de l'utérus, invasif
Coccidioïdomycose, disséminée ou extrapulmonaire
Cryptococcose, extrapulmonaire
Cryptosporidiose, intestinale chronique (d'une durée supérieure à un mois)
Cytomégalovirose (d'un organe autre que le foie, la rate ou les ganglions lymphatiques)
Rétinite à cytomégalovirus (avec perte de vision)
Encéphalopathie (démence), liée au VIH
Herpès : ulcère(s) chronique(s) (d'une durée supérieure à un mois) ; ou bronchite, pneumonite ou œsophagite
Histoplasmose, disséminée ou extrapulmonaire
Coccidiose à <i>Isospora</i> , intestinale chronique (d'une durée supérieure à un mois)
Sarcome de Kaposi
Lymphome de Burkitt (ou terme équivalent)
Lymphome, immunoblastique (ou terme équivalent)
Lymphome cérébral primaire
Complexe <i>Mycobacterium avium</i> ou <i>M. kansasii</i> , disséminé ou extrapulmonaire
<i>Mycobacterium tuberculosis</i> , tout site (pulmonaire ou extrapulmonaire)
Infections à mycobactéries, autres souches ou souches non identifiées, disséminées ou extrapulmonaires
Pneumonie à <i>pneumocystis carinii</i>
Pneumonie, récidivante
Leucoencéphalopathie multifocale progressive
Septicémie à salmonelle, récidivante
Toxoplasmose du cerveau
Syndrome cachectique dû au VIH

13.6.3 En plus de cette classification clinique en quatre stades établie par l'OMS pour l'infection à VIH, il existe un système de classification de la progression de l'infection à VIH élaboré par les *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) des États-Unis. Lié à la définition des cas de sida (initialement conçue en tant qu'outil de surveillance épidémiologique), ce système de classification n'envisage qu'une progression unidirectionnelle depuis la catégorie asymptomatique (*Category A*) jusqu'à la catégorie où le sujet présente une symptomatologie indicatrice du sida (*Category C*). Il est maintenant admis que certaines personnes peuvent bien récupérer de maladies définissant le sida, de sorte que le fait de contracter l'une de ces maladies ne constitue pas nécessairement un indicateur d'incapacité à long terme à exercer des fonctions aéronautiques. L'OMS a récemment modifié le système de classification des stades cliniques pour reconnaître que les traitements antirétroviraux peuvent inverser la progression de la maladie et que des événements subséquents liés au VIH et des événements relatifs aux stades cliniques peuvent être utilisés comme guide pour décider quand passer à des ARV de deuxième ligne.

13.7 ÉVALUATION DU VIH ET DE LA MALADIE POUVANT PROVOQUER DES SYMPTÔMES INCAPACITANTS

État de santé actuel

Examen général

13.7.1 Outre le dépistage spécifique permettant de déterminer la progression de la maladie et les atteintes du système nerveux central (SNC) (décrites séparément), les candidats séropositifs au VIH devraient subir un bilan complet pour exclure toute pathologie disqualifiante. Étant donné que les médicaments contre le VIH et/ou les antirétroviraux peuvent aussi affecter le cœur, l'appareil respiratoire, le foie et les fonctions métaboliques, l'évaluation devrait inclure des tests hématologiques, cardiovasculaires, pulmonaires, ainsi que des tests de la fonction hépatique et rénale et des tests du métabolisme. Les infections opportunistes surviennent généralement aux stades avancés ou sévères de la maladie. Le médecin devrait donc toujours rester attentif aux signes et symptômes du stade 3 ou 4 de la maladie, tels qu'une candidose buccale ou œsophagienne, une pneumonie à pneumocystis carinii, une toxoplasmose, une cytomégalose, une leucoencéphalopathie multifocale progressive, une tuberculose et des infections fongiques. Cette vigilance s'applique en particulier aux candidoses, qui peuvent apparaître tôt au cours de l'évolution de l'infection par le VIH, indiquant le déclenchement de l'immunodéficience clinique.

13.7.2 Il est recommandé de procéder aux tests spécifiques suivants :

a) Bilan immunologique

Deux tests de laboratoire sont fréquemment utilisés en tant que marqueurs de substitution de la progression de l'infection à VIH, afin de déterminer le traitement approprié et de surveiller l'efficacité du traitement. Il s'agit de la numération des lymphocytes T CD4+ et de la quantification de l'ARN plasmatique du VIH (ou charge virale).

Numération des lymphocytes T CD4+.— L'ampleur de l'atteinte du système immunitaire est indiquée par la numération des lymphocytes T CD4+. Cette technique mesure le stade de l'infection et peut améliorer l'évaluation du risque d'apparition d'infections opportunistes et d'autres séquelles de l'infection à VIH lorsqu'elle est utilisée en combinaison avec les déterminations de la charge virale. La numération des lymphocytes T CD4+ est sujette à une importante variabilité, due aux méthodologies biologiques et aux méthodologies de laboratoire, la marge de variation pouvant atteindre jusqu'à 30 % sur des mesures répétées, en l'absence de changement de l'état clinique. Il est donc important de surveiller les tendances au fil du temps et de répéter un test pour confirmer une valeur plutôt que de prendre une décision sur la base d'une détermination spécifique. Des changements soudains de la numération doivent être confirmés par une deuxième détermination. Le nombre de lymphocytes T CD4+

varie durant la journée : il est plus grand le matin, est légèrement accru par le tabagisme et diminue rapidement après un stress et une infection intercurrente. Une modification significative entre deux tests (deux écarts-types) se définit approximativement comme une modification supérieure à 30 % de la numération. Dans un but pratique, une baisse des lymphocytes T CD4+ de 75/an est considérée comme indicatrice d'un risque accru de progression vers le sida lorsque la numération de référence des lymphocytes T CD4+ est < 500/ μ L. Une numération des CD4+ inférieure à 200/ μ L définit le sida, même en l'absence de tout signe ou symptôme de l'infection à VIH.

Charge virale.— La vitesse de progression de l'infection à VIH est prédite par l'ampleur de la réplication active du VIH, qui est reflétée par la charge virale. La mesure de la charge virale par le recours à des tests de quantification de l'ARN plasmatique du VIH permet d'estimer le risque relatif de progression de la maladie et le temps de survie. Cependant, les taux d'ARN plasmatique du VIH obtenus dans les six premiers mois de l'infection à VIH ne prédisent pas avec précision la progression de la maladie. Par contre, les taux d'ARN plasmatique du VIH se stabilisent environ six à neuf mois après l'infection initiale, donnant une valeur de consigne qui est considérée comme indicatrice de la progression subséquente de la maladie. Les vaccinations et infections intercurrentes peuvent mener à des élévations transitoires des taux d'ARN plasmatique du VIH. Il est possible que les valeurs obtenues dans les quatre semaines après de tels épisodes ne reflètent pas avec exactitude le taux d'ARN plasmatique réel du VIH. Deux échantillons doivent être obtenus à une ou deux semaines d'intervalle et doivent être analysés au moyen de la même méthode quantitative (soit ADN branché = bDNA ou une réaction en chaîne de la polymérase en présence d'une transcriptase inverse = RT-PCR). Les dosages de l'ARN plasmatique du VIH sont aussi utilisés comme meilleure mesure de l'activité des traitements antirétroviraux. Une charge virale inférieure à 5 000 copies/mL est considérée comme basse et fournit la preuve de la non-progression de la maladie. Le changement minime de la charge virale considéré comme statistiquement significatif (2 écarts-types) est un triplement ou une modification de 0,5 log₁₀ des copies/mL. Pour des motifs pratiques, on considère une augmentation supérieure à 20 000 copies/an comme indicative d'un risque accru de progression vers le sida.

b) Évaluation des co-infections

Les hépatites B et C sont des co-infections fréquentes chez les sujets infectés par le VIH. Elles peuvent provoquer une pathologie évolutive du foie, surtout chez ceux qui reçoivent des traitements antirétroviraux. La progression de l'infection à VIH semble ralentie chez les sujets co-infectés par le virus de l'hépatite G. D'autres maladies sexuellement transmissibles, telles que la syphilis, devraient être envisagées. La tuberculose est l'infection opportuniste associée au VIH la plus courante dans les pays en développement, alors que dans les pays industrialisés, il s'agit de la pneumonie à pneumocystis. Le cytomégalovirus est la cause la plus fréquente de rétinopathie dans les cas avancés d'infection par le VIH. Parmi les autres co-infections associées au VIH, citons le virus d'Epstein-Barr, l'infection à *Toxoplasma gondii* (liée à des lésions multiples du SNC), le virus JC (désigné par les initiales du patient chez qui il a été identifié pour la première fois), qui provoque une leucoencéphalopathie multifocale progressive, et la méningite à cryptocoque, en particulier dans les pays tropicaux.

c) Évaluation neurologique

On sait que la propagation du VIH-1 dans le SNC se produit tôt au cours de l'infection. Toutefois, sauf en cas de méningite précoce associée au VIH (dans le cadre d'une maladie de séroconversion aiguë du VIH), la majorité des complications nerveuses liées au VIH affectant le SNC mettent des années à se manifester. Les troubles neurologiques liés au VIH peuvent résulter d'infections, de néoplasmes, de troubles métaboliques systémiques, du traitement antirétroviral ou des effets directs du VIH sur le système nerveux.

Plusieurs études à grande échelle ont montré que les dysfonctions cognitives associées au VIH sont précédées par un déclin immunologique (lymphocytes T CD4+). Ce constat est important lorsque l'on évalue l'aptitude à exercer des fonctions aéronautiques.

Pendant l'examen neurologique, une attention spécifique devrait être accordée à des signes extrapyramidaux et à des troubles oculaires tels qu'un nystagmus dissocié, un nystagmus déclenché par la fixation, une altération de la poursuite saccadée et une poursuite douce. Les tests des réflexes archaïques (glabellaire, de la moue, de Rossolimo¹, signes digitaux) devraient faire partie de l'examen parce qu'ils sont associés au déclin cognitif chez les patients infectés par le VIH sans symptômes neurologiques manifestes.

La plupart des études démontrent un faible risque de nouveaux déclenchements de crises d'épilepsie chez des individus asymptomatiques. Dans la majorité des cas, les crises d'épilepsie chez des individus infectés par le VIH sont provoquées par des troubles qui apparaissent généralement aux stades avancés de l'infection par le VIH, tels que l'encéphalopathie, des néoplasmes ou des infections opportunistes.

d) Tests des fonctions cognitives

La démence associée au VIH (DAV), aussi appelée démence associée au sida et encéphalopathie à VIH, est une complication tardive de l'infection à VIH qui apparaît chez les sujets ayant des numérations très basses de lymphocytes T CD4+. Heureusement, la DAV répond très bien aux traitements antirétroviraux et est devenue rare dans les pays développés. Dans le monde en développement, il faudra mener des études supplémentaires avant de pouvoir tirer des conclusions sur la DAV. Depuis l'introduction du traitement antirétroviral hautement actif (HAART) en 1996, l'incidence de la DAV a baissé d'environ 50 % par rapport au début des années 1990. Des études menées avant l'introduction du HAART ont établi un lien entre la DAV et l'avancement en âge, un diagnostic de sida et la toxicomanie. La majorité des cas se sont présentés avec une immunosuppression avancée, avec des numérations de CD4+ inférieures à 200. Toutefois, depuis l'introduction du HAART, plus de cas se présentent à des numérations de CD4+ supérieures.

Les signes cliniques chez les adultes incluent un ralentissement psychomoteur patent, des déficits d'apprentissage, de l'attention et de la mémoire de travail, du traitement rapide des informations, de flexibilité mentale et de la motricité, qui peuvent être mis en évidence par des tests neuropsychologiques. Généralement, la DAV progresse lentement sur plusieurs mois plutôt que de se déclencher brusquement. Ceux qui en souffrent ou leurs familles décrivent un ralentissement de la pensée avec une perte d'intérêt pour des activités que le sujet aimait pratiquer auparavant et une tendance à oublier les détails. Dans de plus rares cas, un comportement psychotique peut être assez manifeste. Le diagnostic de la DAV peut être réalisé de façon clinique, mais une imagerie IRM ou un scanner devraient être envisagés pour exclure des lésions opportunistes. Les scanographies peuvent être normales en présence de DAV, mais généralement une atrophie cérébrale est présente.

e) Légère altération neurocognitive

Il est difficile de tirer une conclusion claire sur le risque absolu et l'importance d'une légère altération neurocognitive chez des individus asymptomatiques infectés par le VIH. Des études ont comparé la fonction cognitive chez des séropositifs au VIH asymptomatiques et chez des séronégatifs au VIH : certaines n'ont démontré aucune différence, tandis que d'autres ont détecté une fréquence plus élevée

1 Réflexe de Rossolimo : La percussion de la face plantaire du deuxième au cinquième orteil entraîne un réflexe de flexion nettement exagéré dans le cas d'un syndrome pyramidal. Du nom de Grigorii Ivanovitch Rossolimo, neurologue russe (1860-1928).

d'anomalies aux tests neuropsychologiques transversaux par rapport au groupe de contrôle séronégatif. Cependant, peu ont démontré que ces altérations cognitives sont progressives ou indicatrices d'un développement ultérieur de la démence. L'importance clinique de nouveaux symptômes cognitifs ou d'altérations mis en évidence par des tests chez les séropositifs au VIH asymptomatiques n'est pas démontrée avec certitude, parce que les anomalies neuropsychologiques signalées n'affectent pas nécessairement le fonctionnement au quotidien, qu'elles peuvent ne pas progresser et qu'une répétition des tests peut mettre en évidence des améliorations chez certains individus.

Lorsque des anomalies ont été détectées, elles concernent des tâches psychomotrices minutées et des tâches de mémorisation requérant attention, apprentissage et suivi actif ou rappel d'informations. Ces aspects peuvent être évalués par des tests de *trail making*, de substitution de codes, de dextérité (*pegboard*) et des tests informatisés mesurant le temps de réaction. Grâce à l'élaboration de batteries de tests neuropsychologiques sensibles et fiables, l'altération neurocognitive évolutive peut être détectée à un stade relativement précoce chez des individus à risque de démence associée au VIH.

Dans des circonstances idéales, tout patient devrait être soumis à une évaluation neuropsychologique de base lors du diagnostic initial d'infection à VIH, mais il n'existe pas d'approche parfaite. Les tests varient dans leur sensibilité et leur spécificité, ainsi que dans la mesure dans laquelle ils sont influencés par d'autres facteurs généraux tels que l'âge, le niveau d'instruction et le milieu culturel, la présence d'une pathologie neurologique prémorbide et l'alcoolisme et la toxicomanie, la fatigue, les symptômes constitutionnels et l'humeur. Il est justifié d'évaluer les domaines de capacité cognitive au moyen de plus d'un test pour chaque domaine.

Dans l'ensemble, l'évaluation neuropsychologique peut être renforcée par les résultats de tests fonctionnels, tels que les vérifications d'aptitude professionnelle que les pilotes de l'aviation commerciale passent régulièrement sur simulateur de vol. Ces tests peuvent être particulièrement utiles en cas de détection de légères altérations d'importance incertaine lors de tests des fonctions cognitives ou en lieu et place de tests des fonctions cognitives chez des individus asymptomatiques à faible risque de progression de la maladie (voir Risque de progression).

f) Vérifications sur simulateur

En général, les vérifications sur simulateur testent deux types principaux d'aptitude : les compétences apprises, par ex. maîtriser un aéronef après une panne de moteur, réaliser une approche aux instruments dans une situation de panne d'un ou plusieurs moteurs, et prendre une décision, par ex. choisir un plan d'action approprié face à plusieurs options et identifier la cause d'un dysfonctionnement à partir d'un ensemble déterminé de données. La plupart des types de détérioration neurocognitive identifiés, si pas tous, peuvent être décelés par une vérification sur simulateur bien conçue. Maîtriser un bimoteur après une panne de moteur après le décollage ou à l'approche est une tâche psychomotrice exigeante qui devrait faire partie de tout test de routine sur simulateur. Les tâches de mémorisation sont également nécessaires dans la pratique courante ; elles peuvent être soulignées par le médecin-conseil de la compagnie aérienne, en concertation avec le commandant instructeur. La délégation des tâches pertinentes au copilote ne devrait pas être autorisée. Des tâches telles que le rappel de six chiffres lors de changements de fréquences peuvent être requises du pilote affecté afin de tester la mémoire à court terme, tandis que des autorisations conditionnelles (« *after waypoint X, descend to flight level 120* ») peuvent tester la mémoire à plus long terme.

Il est vital d'associer le service de formation de l'exploitant à l'évaluation d'un pilote reprenant ses fonctions après un diagnostic d'infection par le VIH. De bonnes communications devraient être établies et le médecin-conseil de la compagnie aérienne devrait veiller à bien se familiariser à l'environnement du simulateur et aux tâches requises des pilotes lors de vérifications de routine. Ce n'est que si le médecin-conseil connaît bien les tests sur simulateur et qu'une confiance mutuelle a été établie entre le

médecin-conseil et le service de formation que l'on pourra tirer le meilleur parti des vérifications sur simulateur. Toute performance jugée nettement inférieure à la moyenne pour le pilote concerné devrait être considérée comme un sujet de préoccupation et devrait faire l'objet d'un examen plus approfondi.

g) Évaluation psychiatrique

Bien qu'il soit considéré comme rare que des symptômes psychiatriques soient les premières manifestations d'atteintes du SNC, l'examen psychiatrique devrait aborder les complications potentiellement graves de l'infection par le VIH. Il est prouvé que le séropositif moyen au VIH connaît des difficultés au moins transitoires après notification de sa séropositivité au VIH. Une étude menée (avant l'introduction du HAART) parmi le personnel militaire américain séropositif au VIH en 1993 a révélé que 17 % des sujets avaient connu des tendances ou des comportements suicidaires sévères après notification de leur séropositivité. Dix pour cent avaient eu un trouble majeur de l'humeur et 5 %, un trouble lié à l'usage de substances psychotropes. La connaissance de sa séropositivité au VIH peut être en elle-même un motif de disqualification (temporaire). L'examineur devrait se concentrer sur les signes de dépression, sur d'autres troubles de l'humeur et sur la consommation de substances psychotropes. Une étude similaire du personnel militaire ne semble pas avoir été entreprise depuis l'introduction du HAART, mais il existe des preuves d'une moindre prévalence des troubles de l'humeur chez les sujets venant aux consultations ambulatoires pour le VIH par rapport à la période antérieure à l'introduction du HAART.

Des symptômes psychiatriques pouvant aussi être associés aux médicaments, notamment à l'efavirenz, une évaluation devrait être effectuée après le début de ce traitement et avant d'envisager un renouvellement de l'attestation médicale d'aptitude. Il convient de tenir compte de l'évaluation psychiatrique, en particulier de la première évaluation après la séroconversion, et de réévaluer le cas en fonction des indications cliniques et de l'introduction de l'efavirenz dans tout traitement HAART.

h) Évaluation cardiologique

Une lipodystrophie et un syndrome métabolique peuvent survenir en tant qu'interaction entre l'infection à VIH et/ou le rétablissement du système immunitaire et le traitement antirétroviral. Elle peut se manifester par une dyslipidémie, avec une élévation du taux de cholestérol total, un faible taux de cholestérol HDL et une élévation du taux de triglycérides ou une insulino-résistance avec hyperglycémie. Un examen cardiologique peut être requis en présence de ces facteurs ou d'autres facteurs de risques cardiaques significatifs, notamment l'hypertension, le tabagisme, une élévation de la lipidémie, le diabète, l'âge et des signes d'hypertrophie ventriculaire gauche. Certains antirétroviraux sont plus susceptibles de provoquer ces effets secondaires, de sorte qu'il est indiqué de consulter un expert en vue de modifier le schéma posologique antirétroviral.

i) Médication

L'efficacité clinique et la tolérabilité des traitements antirétroviraux se sont nettement améliorées ces dernières années. La plupart des schémas posologiques sont faciles à suivre, avec peu de prises de cachets et peu de restrictions alimentaires. Depuis 1996, l'incidence du sida et les décès liés au sida ont connu une baisse spectaculaire dans les pays développés. Beaucoup de schémas posologiques antirétroviraux (hautement actifs, tels que l'HAART ou l'ART) entraînent une suppression quasi totale de la réplication du VIH-1. Pour le VIH-2, la situation n'est pas aussi claire car, cette souche étant nettement moins prévalente, l'expérience clinique est limitée. Les antirétroviraux, qu'ils soient de la classe des inhibiteurs nucléosidiques de la transcriptase inverse (INTI) ou de celle des inhibiteurs de protéases (IP), sont actifs, mais ni l'efavirenz ni la névirapine, des inhibiteurs non nucléosidiques de la transcriptase inverse (INNTI), ne sont actifs contre le VIH-2.

Étant donné que le HAART ne guérit pas de l'infection à VIH, une fois le traitement commencé il doit être poursuivi à vie. Bien que l'on ne puisse totalement éradiquer cette infection, une inhibition soutenue de la réplication du virus permet une reconstitution partielle et souvent substantielle du système immunitaire chez la plupart des patients, ce qui réduit grandement le risque de progression vers la maladie clinique.

Les polythérapies aux ARV commencent généralement par 2 INTI plus un INNTI comme traitement de première ligne. La classe des IP est habituellement réservée aux traitements de deuxième ligne. Certains médicaments sont très similaires ou ont une pharmacotoxicité synergique, de sorte qu'ils ne devraient pas être combinés. Il faut toujours consulter un expert. Une suppression adéquate de la réplication du virus chez la plupart des patients sous traitement est définie comme une réduction de la charge virale jusqu'à des taux indétectables. Dans certains cas, une suppression adéquate de la réplication virale ne sera pas atteinte malgré des hausses appréciables de la numération des CD4. Chez les sujets ayant une bonne maîtrise virologique, la numération des CD4 augmente en moyenne d'environ 100 lymphocytes/mm³ par an pendant les années subséquentes jusqu'à ce qu'un seuil soit atteint, qui sera dans la fourchette normale chez beaucoup de patients. Toutefois, des résultats probants n'ont pas été observés chez tous les patients.

Les problèmes rencontrés avec le HAART sont la résistance du virus aux médicaments, un mauvais respect du traitement par les patients, des interactions entre médicaments administrés pour traiter des co-infections telles que la tuberculose, et la pharmacotoxicité. Au début de l'introduction du HAART, on a espéré que tous les séropositifs au VIH tireraient profit des traitements antirétroviraux. Actuellement, les cliniciens émettent d'importantes réserves sur la possibilité de traiter les cas immunocompétents asymptomatiques, vu le risque d'effets néfastes des médicaments, le défi du respect à long terme du traitement et l'apparition d'une résistance du virus.

Chez les séropositifs au VIH asymptomatiques, la décision de lancer le traitement repose sur une évaluation du risque de progression de la maladie à moyen terme en l'absence de traitement (par ex. établie à partir de données de la collaboration CASCADE — voir la section sur le Risque de progression) par rapport aux risques potentiels d'une administration plus précoce du traitement (toxicité et résistance) et, de toute façon, toujours avant que la numération des lymphocytes T CD4+ n'ait diminué sous les 200 lymphocytes/mm³.

En 2004, le *Panel on Clinical Practices for Treatment of HIV Infection* [Groupe d'experts sur les pratiques cliniques pour la prise en charge de l'infection à VIH] (réuni par le *Department of Health and Human Services* des États-Unis) a publié des lignes directrices révisées sur les traitements antirétroviraux, que nous reproduisons au Tableau III-13-2. Des valeurs limites similaires sont utilisées dans les lignes directrices d'autres pays industrialisés. Les recommandations de l'OMS, adoptées par beaucoup de pays à faible revenu et à revenu intermédiaire, sont légèrement plus timides et le débat se poursuit sur l'opportunité de démarrer le HAART tôt ou d'en différer l'administration jusqu'à ce que le sujet atteigne des numérations plus basses des CD4+. Il convient donc de recueillir les avis les plus récents.

Lorsque l'on évalue des sujets sous HAART à des fins de certification aéromédicale, il faut tenir compte des effets néfastes pertinents pour l'aviation, et les cliniciens traitant du personnel aéronautique devraient être invités à ajuster soigneusement le schéma posologique afin de réduire au minimum ces effets négatifs. Il convient d'éviter les médicaments susceptibles de compromettre la sécurité des vols, notamment l'indinavir, qui provoque une urolithiase (avec calculs perméables aux rayons X). Pour d'autres médicaments, il faudra peut-être consulter des spécialistes avant de décider de la certification. C'est notamment le cas pour l'efavirenz, qui peut engendrer des symptômes psychiatriques.

**Tableau III-13-2. Indications pour un traitement antirétroviral
(Groupe d'experts sur les pratiques cliniques pour la prise en charge
de l'infection à VIH, 2004, États-Unis)**

1	Le traitement antirétroviral est recommandé pour tous les patients ayant des antécédents d'une maladie définissant le sida ou des symptômes sévères d'infection à VIH, quelle que soit la numération des lymphocytes T CD4+.
2	Le traitement antirétroviral est aussi recommandé pour les patients asymptomatiques ayant moins de 200 lymphocytes T CD4+ / μ L.
3	Les patients asymptomatiques ayant des numérations des lymphocytes T CD4+ de 201 à 350/ μ L devraient se voir offrir le traitement.
4	Pour les patients asymptomatiques ayant une numération des lymphocytes T CD4+ supérieure à 350/ μ L et des dosages de l'ARN plasmatique du VIH supérieurs à 100 000 copies/mL, la plupart des cliniciens expérimentés reportent le traitement, mais certains cliniciens peuvent envisager d'entamer un traitement.
5	Le traitement devrait être différé pour les patients ayant une numération des lymphocytes T CD4+ supérieure à 350/ μ L et un dosage de l'ARN plasmatique du VIH inférieur à 100 000 copies/mL.

Seuls les médicaments autorisés par les autorités nationales sont acceptables. Pendant la mise en route du traitement et lorsque des adaptations sont apportées au schéma posologique, les candidats devraient être déclarés temporairement inaptes. Une fois le traitement stabilisé depuis quelques mois, il faudrait procéder à une évaluation complémentaire des effets secondaires susceptibles d'être incapacitants, avant de décider de la certification.

Le HAART induit divers effets secondaires : intolérance gastro-intestinale, hypersensibilité aux médicaments, syndrome de Stevens-Johnston, interactions avec le cytochrome P450, effets sur le SNC, myopathie, neuropathie, myélotoxicité, nausée, diarrhée, fatigue, céphalée, hépatite, stéatose hépatique, acidose lactique, pancréatite, cardiomyopathie dilatée, colique néphrétique, urolithiase, hématurie, douleurs abdominales, syndrome métabolique et lipodystrophie. L'apparition de ces effets secondaires varie énormément d'un médicament et d'un individu à l'autre. Il convient d'attirer l'attention sur l'apparition d'un syndrome de lipodystrophie, caractérisé par un dépôt de graisse au niveau du cou (« bosse de bison ») dans 50 % des cas. Ce syndrome va de pair avec des facteurs de risque pour l'environnement aéronautique, tels que l'hypertriglycéridémie, l'hypercholestérolémie, l'insulinorésistance et le diabète sucré de type 2. Les effets possibles du HAART sur les capacités cognitives, pertinents pour la sécurité aérienne, peuvent être évalués à l'aide de batteries de tests neuropsychologiques validés ou à l'aide d'une évaluation fonctionnelle, par ex. une vérification d'aptitude sur simulateur. Une étude de 1997 n'a révélé aucune altération des processus cognitifs chez des patients traités avec les INTI didanosine ou zidovudine (monothérapie).

Un suivi régulier est requis pour surveiller l'efficacité du traitement, le respect du traitement ARV, la pharmacotoxicité, ou pour détecter des indices de résistance au traitement.

j) Autres questions

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) peut détecter des anomalies de la substance blanche, des anomalies en hypersignal dans les structures de la matière grise et/ou une atrophie cérébrale liée à l'encéphalopathie associée au VIH. Toutefois, ces modifications sont relativement non spécifiques et leurs causes, difficiles à déterminer avec une IRM conventionnelle. D'importantes améliorations pourraient découler de la généralisation des méthodes d'imagerie fonctionnelle dans la pratique clinique, notamment l'imagerie de perfusion, la spectroscopie par résonance magnétique (SRM) et la cartographie cérébrale en IRM fonctionnelle.

Liquide céphalorachidien (LCR) — Les anomalies du liquide céphalorachidien (LCR) dans les cas de démence liée au VIH sont généralement non spécifiques, présentant de légères élévations des concentrations en protéines et une pléïocytose. Il semble que le taux d'ARN du VIH dans le LCR soit corrélé à la présence d'altérations cognitives, bien que la relation précise entre les taux d'ARN du VIH-1 dans le LCR et le risque de développement ou de progression d'une pathologie neurologique n'ait pas encore été établi. Même chez les patients présentant une maladie neurologique, les taux d'ARN dans le LCR sont relativement faibles. Le dosage de l'ARN dans le LCR livre des taux élevés de faux-négatifs. De plus, des dysfonctions neurologiques mineures ne sont souvent pas associées à des taux élevés d'ARN du VIH dans le LCR. Un dépistage de la syphilis du SNC devrait toujours être effectué sur tout échantillon de LCR.

Risque de progression

13.7.3 Chez les séropositifs au VIH, la période de latence moyenne avant que l'infection ne provoque le sida est de 10 ans et, en l'absence de traitement, on peut s'attendre à une survie d'environ 12 ans. Le traitement prolonge considérablement la survie et une espérance de vie quasi normale peut même être possible avec une polythérapie ARV relativement peu toxique et hautement efficace.

13.7.4 Pendant la période de latence, la plupart des séropositifs au VIH sont asymptomatiques et ceux qui exercent des fonctions aéronautiques sont capables de poursuivre leur carrière pendant plusieurs années (si le diagnostic du VIH est posé tôt après l'infection), avant la mise en route d'un traitement, et pendant de nombreuses années, une fois qu'un HAART a été entamé avec succès.

13.7.5 Cependant, certains patients peuvent se présenter relativement tard après avoir contracté le VIH et la vitesse de progression vers la maladie symptomatique, puis vers le sida, varie énormément d'un individu à l'autre, tout comme l'apparition d'effets secondaires du HAART.

13.7.6 Étant donné que la maladie symptomatique liée au VIH, y compris une altération cognitive (subtile), les maladies définissant le sida et plusieurs effets secondaires du HAART sont incompatibles avec l'exercice de fonctions aéronautiques, il est indispensable de prédire et de détecter tôt les altérations cognitives et/ou les symptômes liés au sida et de surveiller à long terme les effets secondaires du traitement pour décider de l'aptitude d'un candidat séropositif au VIH. En l'absence de symptômes liés au VIH (y compris d'altération de la cognition), les considérations aéromédicales pourraient s'appuyer sur des méthodes d'évaluation du risque utilisant la numération des lymphocytes T CD4+, la charge virale et l'âge.

13.7.7 Plusieurs grands groupes d'étude ont publié des données qui peuvent être utilisées pour évaluer le risque de progression de la maladie chez ceux qui n'ont jamais reçu de traitement et chez ceux qui ont commencé un traitement.

13.7.8 La collaboration « *Concerted Action on Sero-Conversion to AIDS and Death in Europe* » (CASCADE — Action concertée sur la séroconversion au sida et la mortalité en Europe) a publié un modèle de régression de Poisson basé sur les données de 5 126 années-patients de 3 226 sujets séropositifs asymptomatiques qui n'avaient pas reçu de

traitement ou avaient reçu une monothérapie, pour prédire le risque à six mois de développer le sida. Ce modèle peut être modifié pour prédire le risque à 12 mois (voir Tableau III-13-3).

13.7.9 Pour l'évaluation des cas individuels, il faut tenir compte de la baisse de la numération des CD4+ et de l'évolution de la charge virale ainsi que de l'âge du candidat.

13.7.10 Chez ceux qui ont déjà commencé un HAART, les données d'EuroSIDA ou de la *Antiretroviral Therapy (ART) Cohort Collaboration* peuvent fournir une base pour estimer le risque de progression vers la maladie. Les données d'EuroSIDA concernent le risque de progression clinique (diagnostic d'un nouveau cas de maladie définissant le sida ou décès). Le système de calcul est présenté au Tableau III-13-4. L'*ART Cohort Collaboration* a constaté que, six mois après le début d'un traitement ARV, la numération des CD4 et la charge virale du moment — mais pas les valeurs de référence — sont étroitement liées à la progression subséquente vers la maladie. Cette collaboration ayant choisi des catégories larges, les données présentées sont limitées (bien que des mises à jour récentes par rapport à la publication initiale y aient apporté des améliorations). Les catégories CDC A et B (individus asymptomatiques et ceux qui ont présenté des symptômes de pathologies attribuées à l'infection à VIH ou compliquées par l'infection à VIH) sont incluses dans un groupe et les tranches d'âges sont réparties dans quatre groupes. L'étude la plus récente réalisée par l'*ART Cohort Collaboration* signale que le risque annuel de contracter une nouvelle maladie définissant le sida pendant la première année suivant le début du HAART est d'environ 1 % par an pour les sujets dont la numération des CD4+ à 6 mois est ≥ 350 , dont la charge virale est < 500 , lorsque la transmission du VIH ne n'est pas faite par usage de drogues par voie intraveineuse et que les sujets répondent aux critères de la catégorie CDC A ou B et sont âgés de 16 à 29 ans. Le risque annuel diminue graduellement durant les quatre années suivantes. Un calculateur est disponible sur le site web : <http://www.art-cohort-collaboration.org>.

Tableau III-13-3. Risque de développer le sida chez ceux qui n'ont pas reçu de traitement ou ont reçu une monothérapie

$$\text{Taux} = \exp\{-3,55 + [-0,21 \sqrt{(\text{numération des CD4})}] + 0,71 (\log \text{ charge virale}) + 0,024(\text{Âge})\}$$

$$\text{Pourcentage de risque de développer le sida à 12 mois} = [1 - \exp(-1\text{Taux})] \times 100 \%$$

Exp = fonction exponentielle

Numération des CD4 = comptage $\times 10^6$ lymphocytes/L

log = logarithme

Charge virale = copies/mL

Âge = âge en années

Exemple : Un pilote de 25 ans ayant une numération des lymphocytes CD4+ de 450 et une charge virale de 5 000 aura un risque à 12 mois de développer le sida de 0,84 %.

$$\text{Taux} = \exp \{-3,55 + [-0,21 \times \sqrt{450}] + [0,71 \times \log 5000] + [0,024 \times 25]\} = 0,008$$

$$\text{Pourcentage de risque de développer le sida à 12 mois} = [1 - \exp(-1 \times 0,008)] \times 100 \% = 0,84 \%$$

Un pilote âgé de 50 ans ayant les mêmes mesures sérologiques aurait un risque à 12 mois de développer le sida de 1,52 %.

Tiré de Phillips A. CASCADE Collaboration. *Short-term risk of AIDS according to current CD4 cell count and viral load in antiretroviral drug-naïve individuals and those treated in the monotherapy era.* AIDS 2004 Jan 2. 18(1) : 51-8.

Tableau III-13-4. Risque de progression clinique chez les patients traités par polythérapie antirétrovirale

Numération des CD4 (/mm ³)	> 350 = 0	201-350 = +0,62	51-200 = +1,46	≤ 50 = +2,44
Indice de masse corporelle	≤ 18 = +0,80	18,1-25 = 0	> 25 = -0,29	
Charge virale (copies/mL)	< 500 = 0	≥ 500 = +0,18		
Évolution des CD4 (3 mois)	< -25/mm ³ = +0,49	-25 à +25/mm ³ = 0	< 25/mm ³ = +0,18	
Anémie	Aucune = 0 Hb > 14,0g/dL homme Hb > 12,0g/dL femme	Légère = +0,68 Hb 8,01-14,0g/dL homme Hb 8,01-12,0g/dL femme	Sévère = +1,02 Hb ≤ 8,0g/dL	
Traitement antirétroviral avant la polythérapie ARV	Oui = 0	Non = -0,39		
Prise actuelle d'antirétroviraux	Oui = 0	Non = +1,24		
Infecté par le VIH	Toute voie sauf l'usage de drogues par voie intraveineuse = 0	Par usage de drogues par voie intraveineuse = +,25		
Diagnostic de sida avant le début de la polythérapie ARV	Non = 0	Oui = +0,19		
Âge	Âge x 0,027			
Résultat total	% risque de progression clinique dans les 12 mois suivants (IC = 95 %)			
< 1,5	0,5 (0,3-0,7)			
1,5-2,99	1,4 (1,2-1,7)			
3,0-4,49	6,3 (5,6-7,1)			
≥ 4,5	20,0 (16,7-25,0)			

Exemple : Un homme de 30 ans n'ayant reçu aucun traitement antirétroviral avant la polythérapie ARV, dont la numération des CD4 est actuellement de 400, la charge virale, de 50, l'IMC, de 22 et qui n'a pas d'anémie. Son évolution des CD4 montre une hausse de 15/mm³ au cours des trois derniers mois et il prend actuellement une polythérapie ARV. Le résultat total est de 0,42, ce qui signifie que son risque de progression pour les 12 prochains mois est de 0,5 %.

(Données tirées de Mocroft A, Ledergerber B, Zilmer K, Kirk O, Hirschel B, Viard J-P, Reiss P, Francioli P, Lazzarin A, Machala L, Phillips A, Lundgren J ; pour l'EuroSIDA study group et la Swiss HIV Cohort Study, Short-term clinical disease progression in HIV-1-positive patients taking combination antiretroviral therapy : the EuroSIDA risk-score. AIDS. 21(14) : 1867-1875, septembre 2007).

13.7.11 Ces deux études indiquent que le risque le plus faible de progression dans les groupes les plus favorables est d'environ 0,5 à 1,0 % par an (mais pas nettement inférieur à 1 %) après le début d'un HAART. Les populations utilisées pour ces études sont essentiellement des ressortissants d'Europe occidentale, d'Israël et d'Australie. Il faut donc faire preuve de prudence lorsque l'on applique ces données à des pilotes venant d'autres régions. En outre, le niveau socio-économique des pilotes et des contrôleurs de la circulation aérienne peut être différent de celui des populations sur lesquelles reposent ces études.

13.7.12 Il est recommandé de déterminer la numération des lymphocytes T CD4+ et la charge virale tous les trois à quatre mois et de réaliser un bilan clinique, à la fois général, neurologique et, s'il y a lieu, psychiatrique, tous les six mois. Une évaluation neuropsychologique peut être envisagée tous les douze mois. Une évaluation régulière de la performance dans le poste de pilotage peut être envisagée à la place des évaluations susmentionnées ou pour renforcer l'évaluation chez des candidats stables, asymptomatiques ayant un très faible risque de progression vers la maladie. En outre, il faudra procéder à des dépistages de co-infections si des signes cliniques le requièrent et, en cas de résultat positif, une évaluation par un spécialiste peut être jugée nécessaire avant une évaluation plus poussée en vue de la certification.

13.7.13 Il est clair que tous les sujets séropositifs au VIH ne pourront être déclarés aptes. Toutefois, certains candidats peuvent être aptes et le rester pendant une longue période et c'est pour contribuer à repérer ces individus que le présent chapitre a été rédigé. L'évaluation de candidats séropositifs au VIH requiert un savoir-faire spécialisé et une étude minutieuse de tous les points mentionnés dans le présent chapitre. De plus, il faut signaler d'emblée aux candidats que le maintien de la certification exigera une surveillance médicale permanente et un suivi prolongé.

13.8 SÉROPOSITIVITÉ AU VIH ASYMPTOMATIQUE ET VACCINATIONS AVANT LE VOYAGE

Les vaccinations peuvent temporairement accroître la charge virale pendant environ quatre semaines. En règle générale, les immunocompromis ne devraient pas recevoir de vaccins basés sur des organismes vivants atténués, tels que ceux contre la rougeole et la fièvre jaune. Toutefois, le risque n'est pas accru chez les vrais asymptomatiques et les immunocompétents, tels que confirmés par une numération suffisante des lymphocytes T CD4+ ($> 350/\mu\text{L}$), et chez ceux qui ont une réaction normale du système immunologique à ces vaccinations.

— — — — —

Appendice

SUGGESTION DE PROTOCOLE POUR L'ÉVALUATION DE L'INFECTION À VIH (sur la base de recommandations d'un État contractant)

1. Après un diagnostic initial de séropositivité au VIH

Évaluer temporairement comme inapte dans l'attente de rapports.

a) Examen par un spécialiste du VIH

- Historique de l'infection
- Symptômes actuels et antérieurs
- Stabilité de la pathologie
- Antécédents d'infections opportunistes ou de maladies connexes
- Historique des numérations de lymphocytes T CD4+
- Historique des mesures de la charge virale
- Antécédents médicaux (y compris médicaments en vente libre et remèdes de médecines alternatives)
- Rapport sur les effets secondaires des médicaments
- Analyses de laboratoire devant inclure :
 - l'hépatite B et C, le cytomégalovirus, la toxoplasmose, la tuberculose.
 - Numération complète de la formule sanguine, dosage de l'urée, de la créatinine et des électrolytes, tests de la fonction hépatique, dosage de la glycémie à jeun, dosage des lipides.

b) Examen neurologique — peut être réalisé par un spécialiste du VIH ou par un neurologue

Évaluation des séquelles neurologiques. Inclure l'évaluation des réflexes archaïques (en raison de leur association à un déclin cognitif).

c) Examen neuropsychologique

- Évaluation neuropsychologique de base
- Les tests doivent inclure des tâches psychomotrices minutées et des tâches de mémorisation requérant de l'attention, de l'apprentissage, un suivi actif et le rappel d'informations

d) Évaluation psychiatrique (uniquement si cliniquement requise)

Détection de séquelles psychiatriques liées à la séropositivité au VIH et au traitement antirétroviral.

e) Examen cardiologique (uniquement si indiqué)

L'examen cardiologique est recommandé dans les cas suivants :

- Lipodystrophie ou syndrome métabolique (dyslipidémie — élévation du taux total de cholestérol, faible taux de cholestérol à lipoprotéines de haute densité et élévation du taux de triglycérides ou insulino-résistance avec hyperglycémie) ;
- Présence de facteurs de risque cardiaque, notamment :
 - hypertension, indices d'hypertrophie ventriculaire gauche, tabagisme, lipidémie élevée, diabète, âge supérieur à 40 ans.

2. Évaluation en vue de la délivrance d'une attestation médicale d'aptitude à exercer des fonctions aéronautiques

Les candidats dont l'état est stable, qui sont asymptomatiques, qui ont une numération des CD4+, une charge virale et une sérologie de co-infection acceptables peuvent être jugés aptes pour les attestations médicales de classe 1 ou 2 si leur risque de progression vers la maladie est suffisamment bas (déterminé sur la base de la Collaboration CASCADE², pour ceux qui ne sont pas sous ARV, et sur les données du Groupe EuroSIDA³, pour ceux qui sont sous ARV). Il se peut qu'ils doivent être déclarés inaptes pour les vols monopilotes. Les candidats ayant des antécédents d'infections opportunistes définissant le sida ou de pathologies connexes devront être soumis à un examen minutieux.

a) Tableau 1 — Candidats qui ne sont pas sous polythérapie ARV (cART)

Âge (années)	Numération minimum des CD4+
20 – 39	350
40 – 59	400
60 +	500

Les données de ce tableau sont fournies à titre de guide rapide et les candidats pourront être pris en considération pour la certification sur une base individuelle, à partir des données de la Collaboration CASCADE.

b) Tableau 2 — Candidats qui sont sous polythérapie ARV (cART)

Numération des CD4	> 350 = 0	201 – 350 = +0,62	51 – 200 = +1,46	≤ 50 = +2,44
IMC	≤ 18 = +0,80	18,1 – 25 = 0	> 25 = -0,29	
Charge virale	< 500 = 0	≥ 500 = +0,18		
Évolution des CD4 (3 mois)	< -25/mm ³ = +0,49	-25 à +25/mm ³ = 0	< 25/mm ³ = +0,18	
Anémie	Non = 0 Hb > 14,0g/dL homme Hb > 12,0g/dL femme	Légère = +0,68 Hb 8,01 – 14,0g/dl homme Hb 8,01 – 12,0g/dl femme	Sévère = +1,02 Hb ≤ 8,0g/dl	
Expérience d'ARV avant la cART	Oui = 0	Non = -0,39		
Prise d'antirétroviraux	Oui = 0	Non = +1,24		
Âge	Âge x 0,027			
Infecté par le VIH	Par usage de drogues par voie intraveineuse = +0,25		Via toute autre voie = 0	
Diagnostic de sida avant le début d'une polythérapie cART	Non = 0	Oui = +0,19		
Résultat	Pourcentage de risque de progression clinique dans les douze mois suivants			
< 1,5	0,5			
1,5 – 2,99	1,4			
3,0 – 4,49	6,3			
≥ 4,5	20			

Le Tableau 2 permet d'entreprendre une évaluation du risque. Les chiffres sont additionnés pour atteindre un résultat qui permet de prédire le risque de progression pendant les 12 mois suivants.

2 Le tableau 1 est tiré de Phillips A. CASCADE Collaboration. *Short-term risk of AIDS according to current CD4 cell count and viral load in antiretroviral drug-naïve individuals and those treated in the monotherapy era*. AIDS 2004 Jan 2. 18(1):51-8 et des lignes directrices de l'OMS sur la mise en route d'un traitement ARV.

3 Le tableau 2 est tiré de Mocroft A, Ledergerber B, Zilmer K, Kirk O, Hirschel B, Viard J-P, Reiss P, Francioli P, Lazzarin A, Machala L, Phillips A, Lundgren J; pour l'EuroSIDA study group et la Swiss HIV Cohort Study, *Short-term clinical disease progression in HIV-1-positive patients taking combination antiretroviral therapy: the EuroSIDA risk-score*. AIDS. 21(14):1867-1875, septembre 2007.

Notes.—

Les médicaments acceptables sont, entre autres : l'abacavir, la didanosine, l'emtricitabine, la lamivudine, le ténofovir, la zidovudine, l'atazanavir, le fosamprénavir, le lopinavir/ritonavir, le nelfinavir, le saquinavir, la névirapine et l'efavirenz.

Les médicaments inacceptables sont, entre autres : l'enfuvirtide, la zalcitabine, l'indinavir et la stavudine.

Des médicaments disponibles depuis peu, tels que le tipranavir, le darunavir, le raltégravir et le maraviroc, pourraient être acceptés au cas par cas. Une attention particulière doit être accordée à la toxicité et au profil d'effets secondaires de ces médicaments.

Le sujet qui entame, modifie ou arrête un traitement ARV devrait être déclaré « temporairement inapte ». Lorsqu'il est stable, le renouvellement de la certification pourra être permis après trois mois de suivi, à condition que la réaction sérologique soit acceptable, qu'il y ait absence d'effets secondaires et que les résultats de la numération complète de la formule sanguine (NFS), des tests de la fonction hépatique (LFT) et des dosages des lipides et de la glycémie à jeun soient acceptables.

Ceux qui entament ou modifient un traitement à l'efavirenz doivent subir un examen psychiatrique et neurologique avant la délivrance de l'attestation initiale ou dans les six mois suivant le début du traitement.

Les examens révisionnels devraient tenir compte de toute prise de médicaments en vente libre et de traitements alternatifs.

3. Suivi

Un suivi régulier est requis. Il doit inclure :

- des bilans trimestriels de la numération des CD4+ et de la charge virale.
- une évaluation neurologique semestrielle (par un spécialiste du VIH ou un neurologue, qui devra juger de la nécessité d'une évaluation psychiatrique).
- en cas de prise d'ARV : des analyses semestrielles visant à tester les fonctions hépatiques, à établir la formule sanguine complète et à doser les lipides et la glycémie à jeun.
- une évaluation annuelle de la fonction cognitive.
 - Des preuves de réussite des vérifications d'aptitude professionnelle (LPC) ou un rapport d'une épreuve en vol à des fins médicales (MFT) avec un instructeur de vol examinateur (FIE) peuvent remplacer ces évaluations lorsque l'état du sujet est stable et que le risque de progression vers la maladie est acceptable. Une altération de la performance exigera une évaluation neuropsychologique plus approfondie, à comparer aux tests de base, et tout déficit obligera l'examineur à déclarer le pilote temporairement inapte. L'évaluation neuropsychologique devrait être entreprise s'il y a le moindre signe clinique d'altération de la fonction cognitive.

En outre, des dépistages de co-infections devraient être réalisés sur indication clinique et, si les tests sont positifs, le sujet devra être envoyé chez un spécialiste pour évaluation plus approfondie.

Si un candidat développe de nouveaux symptômes et/ou n'atteint pas les taux nominaux susmentionnés, il doit être déclaré temporairement inapte et son cas doit être soumis au Service de délivrance des licences.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 14. RISQUES LIÉS À L'USAGE DE MÉDICAMENTS ET DE DROGUES	III-14-1
14.1 Introduction	III-14-1
14.2 Principes de pharmacothérapie et sécurité aérienne.....	III-14-2
14.3 Effets pharmacologiques indésirables du point de vue de la sécurité aérienne	III-14-3
Dépresseurs du système nerveux central	III-14-3
Médicaments agissant sur le système neuro-végétatif (ou autonome).....	III-14-4
14.4 Classes spécifiques de médicaments	III-14-6
Analgésiques.....	III-14-6
Antihypertenseurs	III-14-6
Groupes de médicaments divers.....	III-14-7
14.5 Anti-inflammatoires non stéroïdiens	III-14-9
14.6 Drogues à caractère social.....	III-14-9
Alcool.....	III-14-9
Tabac	III-14-11
Drogues illicites	III-14-11
14.7 Médicaments utilisés pour la schizophrénie, les troubles délirants schizotypiques et les troubles bipolaires	III-14-12
14.8 Résumé	III-14-12
Références	III-14-12

Chapitre 14

RISQUES LIÉS À L'USAGE DE MÉDICAMENTS ET DE DROGUES

14.1 INTRODUCTION

14.1.1 Dans le présent chapitre, le terme « médication » désigne un traitement par un ou plusieurs médicaments (pharmacothérapie) ; le terme « médicament » désigne toute préparation pharmaceutique, prescrite ou en vente libre, utilisée dans le cadre d'un traitement médical ; le terme « produit pharmaceutique » désigne le composant pharmaceutique actif d'un médicament ; et le terme « drogue » désigne toute substance, illicite ou légale, utilisée à des fins non médicales. Les noms des produits pharmaceutiques et autres substances mentionnés dans le présent chapitre sont essentiellement basés sur la nomenclature nord-américaine.

14.1.2 Les principes énoncés ici s'appliquent à tous les titulaires de licence qui ont besoin d'un certificat médical.

14.1.3 Une altération de la santé chez un pilote peut constituer un risque pour la sécurité aérienne. L'incapacité d'un pilote due à la maladie et/ou à l'usage de médicaments a parfois entraîné des accidents d'aviation. Les affections qui compromettent la sécurité aérienne peuvent n'être que des problèmes mineurs dans un autre environnement de travail : un rhume banal, une gastro-entérite mineure, des maux de tête, un faible vertige ou une otite moyenne n'empêchent pas l'accomplissement de tâches de bureau, mais peuvent constituer un risque sérieux pour le pilote, surtout lors d'un vol aux instruments par mauvais temps ou d'un vol dans un espace aérien encombré. Un problème qui est « mineur » dans le cas d'un administrateur peut s'avérer « majeur » lorsqu'il s'agit d'un pilote en service. Il faut donc se préoccuper non seulement des effets de la maladie sur l'aptitude au pilotage, mais aussi des incidences possibles des médicaments utilisés pour la traiter. Il faut dissuader les titulaires de licence de pratiquer l'automédication avec des médicaments en vente libre, tels que des analgésiques et des antihistaminiques, et leur conseiller de consulter leur médecin-examineur avant de prendre tout médicament susceptible d'avoir des effets néfastes sur leur performance. Le médecin-examineur devrait éviter de recommander des médicaments nouveaux sur le marché : mieux vaut attendre qu'un médicament soit bien établi et que tout effet secondaire soit connu. Lorsqu'un titulaire de licence commence à prendre un nouveau médicament, quel qu'en soit le type, il doit être maintenu au sol pendant un certain temps pour éviter une éventuelle réaction idiosyncratique pendant le vol. Étant donné que la disponibilité des médicaments, les dénominations génériques et les noms de spécialités pharmaceutiques et la finalité de l'autorisation de mise sur le marché peuvent varier d'un État à l'autre et que les pratiques locales de soins de santé peuvent grandement varier d'un État à l'autre et dépendre de la prévalence de pathologies particulières, chaque Service de délivrance des licences devrait publier des lignes directrices sur les pharmacothérapies à l'attention de ses médecins-examineurs.

14.1.4 Le Chapitre 6 de l'Annexe 1 stipule ce qui suit à propos de la prise de médicaments :

6.2.2 Conditions d'aptitude physique et mentale

Le candidat à l'obtention d'une attestation médicale d'une classe quelconque sera exempt :

....

d) de tout effet primaire ou secondaire de quelque médicament curatif ou préventif, d'ordonnance ou non, que ce soit ;

qui entraînerait un degré d'incapacité fonctionnelle susceptible de compromettre la sécurité d'un aéronef ou d'empêcher le candidat d'exercer ses fonctions avec sécurité.

Note.— L'emploi de plantes médicinales ou d'autres moyens de traitement alternatif doit faire l'objet d'une attention particulière en raison de possibles effets secondaires.

14.1.5 En outre, l'Annexe 2 — *Règles de l'air* — énonce la norme suivante :

2.5 Usage de substances psychoactives qui pose des problèmes

Les personnes qui assurent des fonctions critiques pour la sécurité de l'aviation (personnel critique pour la sécurité) n'exerceront pas ces fonctions si elles se trouvent sous l'influence de quelque substance psychoactive que ce soit qui altère les performances humaines. Ces personnes ne se livreront à aucune forme d'usage de substances qui pose des problèmes.

L'expression « usage de substances qui pose des problèmes » est définie dans l'Annexe 1 comme suit :

Usage par du personnel aéronautique d'une ou de plusieurs substances psychoactives qui est tel :

- a) qu'il constitue un risque direct pour celui qui consomme ou qu'il compromet la vie, la santé ou le bien-être d'autrui ; et/ou
- b) qu'il engendre ou aggrave un problème ou trouble professionnel, social, mental ou physique.

14.1.6 Il convient de noter qu'il est courant, dans la plupart des régions du monde, de pratiquer l'automédication avec des remèdes traditionnels, des plantes médicinales et diverses autres formes de thérapies alternatives. Dans certaines cultures, la médecine traditionnelle est privilégiée pour beaucoup d'états pathologiques. Le médecin-examineur devrait en être conscient car les pilotes ne livreront peut-être pas volontairement de telles informations, considérant les plantes médicinales et autres préparations en vente libre comme sûres et inoffensives, même si ces remèdes peuvent avoir des effets secondaires significatifs dans le contexte aéronautique.

14.1.7 Parfois, les médicaments sont utilisés non pour traiter la maladie mais à titre préventif (par ex. antipaludéens, vaccins contre l'hépatite, antidiarrhéiques, antibiotiques). Les conséquences que peut avoir une médication préventive sur la sécurité aérienne doivent être tout particulièrement prises en compte dans les vols effectués dans les régions tropicales.

14.1.8 Le médecin-examineur doit tenir compte non seulement des effets pharmacologiques attendus d'un produit pharmaceutique donné, mais aussi de la possibilité « d'effets secondaires » indésirables et de l'idiosyncrasie. Toutes les considérations de pharmacothérapie appliquées à un membre d'équipage de conduite doivent être conformes aux dispositions de l'Annexe 1.

14.1.9 Le présent chapitre porte sur les incidences que les grandes catégories de médicaments peuvent avoir sur la sécurité aérienne. Il a pour objet d'aider à la mise en application des dispositions de l'Annexe 1, de manière à parvenir à une uniformité internationale dans la prise de décision la plus sûre concernant les pilotes sous pharmacothérapie. Pour prendre des décisions concernant la médication, il est indispensable de connaître les aspects opérationnels des fonctions et les conditions de travail du pilote. Il convient de se reporter à ce sujet au Chapitre 1 de la Partie II du présent manuel (Facteurs physiologiques touchant la sécurité des vols).

14.2 PRINCIPES DE PHARMACOTHÉRAPIE ET SÉCURITÉ AÉRIENNE

14.2.1 Lorsqu'il s'agit de déterminer si le titulaire d'une licence devrait continuer à exercer les privilèges de sa licence alors qu'il se trouve sous pharmacothérapie, il convient de se poser les questions suivantes :

- a) Le processus pathologique qui nécessite le recours à la pharmacothérapie est-il en lui-même disqualifiant ?

- b) Quels sont les effets pharmacologiques habituels et prévus du produit pharmaceutique en cause ; sont-ils de nature à compromettre la sécurité aérienne et, dans l'affirmative, quelle est la durée de ces effets ?
- c) Quels sont les effets secondaires possibles de la médication et leur durée, étant entendu que l'expression « effets secondaires » s'applique aux effets indésirables de la médication ?

14.2.2 Si la réponse à la première question est affirmative d'après les dispositions de l'Annexe 1, la question de savoir si la pharmacothérapie s'accompagne d'un risque raisonnablement faible doit être évaluée avec soin par le médecin-examineur. Une concertation avec l'évaluateur médical sera souvent nécessaire. Si l'affection à traiter n'exclut pas d'office la possibilité d'exercer des fonctions aéronautiques, les questions b) et c) deviennent capitales.

14.2.3 Les médicaments thérapeutiques en usage aujourd'hui sont nombreux et la pharmacologie est une science complexe. Ces dernières années, plusieurs effets secondaires inhabituels ont été décrits, même pour des médicaments conventionnels utilisés depuis longtemps. Il est raisonnable d'aborder le problème des médications chez les pilotes sous l'angle des réactions indésirables au traitement (c.-à-d. celles qui présentent un risque pour la sécurité). Voici des exemples de caractéristiques indésirables :

- a) effets sur le système nerveux central (par ex. sédation, euphorie, altération de la fonction cognitive) ;
- b) effets sur le système nerveux sympathique (par ex. bradycardie, myosis, agitation) ;
- c) effets sur des sens particuliers (par ex. toxicité vestibulaire, rétinopathie) ;
- d) toxicité pour des organes (par ex. toxicité pulmonaire), ayant une incidence directe sur l'aviation ou requérant un suivi excessif.

14.2.4 Les deux premiers exemples sont relativement courants et sont examinés en détail ci-dessous.

14.3 EFFETS PHARMACOLOGIQUES INDÉSIRABLES DU POINT DE VUE DE LA SÉCURITÉ AÉRIENNE

14.3.1 Malgré la grande diversité des effets pharmacologiques possibles, on peut définir les plus importants et les plus courants du point de vue de la sécurité aérienne.

Dépresseurs du système nerveux central

14.3.2 Il est évident que toute dépression du système nerveux central rend un pilote inapte à exercer ses fonctions. Il est superflu de démontrer l'importance de l'agilité mentale et de la clarté d'esprit. On peut affirmer catégoriquement que l'emploi de sédatifs, d'hypnotiques, de narcotiques, etc. exclut l'exercice des fonctions de pilote jusqu'à ce qu'un délai suffisant se soit écoulé après la dernière prise, pour garantir que le métabolisme du produit pharmaceutique en question ait atteint un niveau acceptable. Le même principe s'applique aux contrôleurs de la circulation aérienne, dont le rôle dans la sécurité aérienne revêt aussi une importance capitale. Le métabolisme des dépresseurs varie beaucoup d'un individu à l'autre, de sorte que toute règle générale en la matière doit être formulée avec une extrême prudence. C'est pourquoi il est généralement conseillé de ménager un délai de 24 heures avant la reprise des fonctions lorsqu'un dépresseur du système nerveux central a été administré. Certes, il existe des hypnotiques dont l'action est de courte durée et le pilote qui les utilise peut reprendre ses fonctions dans un délai nettement plus court, par exemple 12 heures, voire moins, après l'ingestion d'un sédatif tel que le zolpidem (Ambien®) en dose de 10 mg. À condition qu'une bonne surveillance soit exercée pendant le vol, il est peut-être préférable, du point de vue de la sécurité, que le pilote utilise de temps à autre un hypnotique dont

l'action est de courte durée entre plusieurs tronçons d'un vol long-courrier transméri dien, afin qu'il obtienne un sommeil suffisant au cours des périodes de repos, plutôt que de piloter sans avoir suffisamment dormi.

14.3.3 Il n'est pas souhaitable que les pilotes aient recours à ce genre de médicaments sans supervision médicale de la part de médecins ayant une connaissance approfondie des opérations aériennes. Les médecins-examineurs doivent bien connaître la politique de leur Service de délivrance des licences. Il convient de dissuader les pilotes de pratiquer l'automédication et d'être particulièrement vigilant sur ce point lorsque les vols comprennent des escales dans des destinations où les sédatifs s'achètent plus facilement qu'à l'aéroport d'attache. Le Chapitre 17 de la Partie III donne des informations complémentaires sur la gestion de la fatigue.

14.3.4 Les principaux dépresseurs du système nerveux central utilisés à des fins thérapeutiques sont les suivants :

- antihistaminiques ;
- flurazépam, nitrazépam, diazépam, méthaqualone ;
- glutéthimides (Doridène[®], Noludar[®], Quaalude[®]) ;
- uréides, carbamates (Placidyl[®], Valmid[®]) ;
- bromures ;
- barbituriques ;
- mépéridines (Demerol[®], Lomotil[®], Péthidine[®]) ;
- groupe de la méthadone (dextropropoxyphène, Darvon[®])
- codéine et ses dérivés ;
- morphine et ses dérivés ;
- opiacés (parégorique¹, opium).

14.3.5 Il est à noter que les médicaments figurant dans la liste ci-dessus sont utilisés à des fins thérapeutiques diverses (par ex. comme antispasmodiques, anti-allergiques, analgésiques), mais qu'ils ont tous un effet dépresseur sur le système nerveux central, si bien que le titulaire de licence qui en fait usage est normalement inapte à exercer ses fonctions.

Médicaments agissant sur le système neuro-végétatif (ou autonome)

14.3.6 Étant donné que le système neuro-végétatif (dit encore involontaire ou autonome) commande pratiquement toutes les fonctions de l'organisme, à l'exception des muscles squelettiques, qui sont volontaires, il faut s'attendre à ce que les « produits pharmaceutiques agissant sur le système nerveux autonome » aient une série d'effets complexes. La stimulation des éléments orthosympathiques (dorsaux-lombaires, sympathicoadrénergiques ou adrénér giques) du système neuro-végétatif peut provoquer les réactions suivantes : tachycardie, augmentation du débit cardiaque, mydriase, diminution de la sensation de fatigue, élévation de la glycémie et de la température du corps, vasoconstrictions périphériques et réaction générale de l'organisme qui cherche à surmonter le stress.

1 Parégorique : préparation constituée de poudre d'opium, de camphre, d'alcool, de glycérine, etc. utilisée sous forme liquide comme agent antipéristaltique et analgésique léger.

14.3.7 Les réactions du système neuro-végétatif parasympathique (cholinergiques ou crânio-sacrales) ont plutôt tendance à induire bradycardie, chute de la tension artérielle et du débit cardiaque, myosis, augmentation de l'activité gastro-intestinale, vasodilatation périphérique et contractions des sphincters de la vessie et du rectum. La prédominance de l'un de ces deux systèmes autonomes peut être provoquée soit par stimulation directe du système en cause, soit par inhibition de l'autre. La réaction du système nerveux sympathique est indispensable pendant les périodes de stress ou les situations critiques.

14.3.8 Les produits pharmaceutiques sympathomimétiques, qui pourraient sembler utiles pour produire un état de vigilance et d'efficacité et permettre de surmonter plus facilement la fatigue, sont déconseillés aux navigateurs car susceptibles de provoquer agitation, nervosité, tremblements, tachycardie, irritabilité et altération du jugement. Parmi les produits pharmaceutiques sympathomimétiques couramment utilisés, on peut citer l'éphédrine, l'adrénaline, l'amphétamine et l'isoprotérénol.

14.3.9 Il est rare que les dépresseurs parasympathiques produisent la réaction sympathique spectaculaire qui suit l'administration d'un sympathomimétique, mais ils ont tendance à provoquer une mydriase, une sécheresse de la bouche et un retard à la miction. Par ailleurs, ils peuvent nettement aggraver un glaucome préexistant. Même si ces effets ne sont généralement pas graves, en particulier avec certains médicaments modernes, il convient de surveiller l'usage de tels médicaments par les titulaires de licence en exercice. Les produits pharmaceutiques relevant de cette catégorie sont la belladone (qui contient les anticholinergiques que sont l'hyoscyamine et l'atropine) et l'atropine elle-même.

14.3.10 Les parasympathomimétiques ou stimulants du système parasympathique peuvent provoquer des contractions pénibles du tube digestif, des diarrhées, une broncho-constriction, des sueurs et de la bradycardie. Ces effets sont susceptibles de compromettre l'exercice sûr de fonctions aéronautiques. Parmi les produits pharmaceutiques de cette classe figurent le bétanéchol, la méthacholine et la pilocarpine.

14.3.11 Les inhibiteurs de la cholinestérase non seulement simulent les effets de parasympathomimétiques mais suscitent en outre une faiblesse des muscles squelettiques. Il s'agit notamment de la néostigmine et de la physostigmine.

14.3.12 Il est reconnu depuis longtemps que l'intoxication par les inhibiteurs de la cholinestérase représente un danger pour les pilotes pratiquant l'épandage aérien, qui sont aussi exposés à l'action toxique de certains dérivés organo-phosphorés et carbamates utilisés dans la lutte contre les insectes.

14.3.13 Les dépresseurs du système sympathique (sympatholytiques) provoquent des effets plus difficiles à prévoir que les agents susmentionnés, mais ils sont en général susceptibles d'induire hypotension orthostatique, bradycardie, sédation, faiblesse et confusion mentale. Dans certains cas, on peut même observer une tachycardie et une hyperventilation, qui semblent résulter d'une stimulation sympathique et non d'une dépression. Cette classe de produits pharmaceutiques comprend notamment la méthyldopa, la guanéthidine, les ganglioplégiques (hexaméthonium, pentolinium), le groupe de rauwolfia et les alcaloïdes tels que la dihydroergotamine.

14.3.14 On notera que les quatre premiers médicaments de la liste ci-dessus sont couramment utilisés contre l'hypertension.

14.3.15 En résumé, les médicaments agissant sur le système nerveux autonome, classe de produits pharmaceutiques ayant des effets complexes sur le système neuro-végétatif, sont en général contre-indiqués dans le cas de pilotes en exercice.

14.4 CLASSES SPÉCIFIQUES DE MÉDICAMENTS

Analgésiques

14.4.1 Les médicaments destinés à combattre la douleur peuvent se répartir en deux grandes classes : les narcotiques et les non-narcotiques.

14.4.2 Les analgésiques narcotiques sont interdits aux titulaires de licence en exercice, simplement en raison de leurs effets déprimants généraux. Il convient de noter également que toute douleur suffisamment forte pour justifier leur utilisation est en elle-même disqualifiante. Les analgésiques narcotiques les plus fréquemment employés sont les dérivés de l'opium, les dérivés de la morphine, le groupe de la méthadone et le groupe de la mépéridine.

14.4.3 D'ordinaire, les analgésiques non narcotiques n'ont pas d'effets directs de nature à interdire l'exercice des fonctions de pilote. Sous l'angle de la sécurité aérienne, ce qui importe avant tout dans l'emploi de médicaments non narcotiques pour combattre la douleur, c'est l'acuité de la douleur et sa cause. Si la douleur est d'une intensité telle qu'elle affaiblit l'attention et/ou si sa cause est en elle-même un motif d'inaptitude, l'exercice des fonctions de pilote devrait être interdit. Les analgésiques non narcotiques comprennent notamment les salicylates, les dérivés de l'aniline (phénacétine, Saridon®, etc.), l'acétaminophène/paracétamol (Tylénol®), les dérivés de la pyrazolone (phénylbutazone), et le proporyphène.

14.4.4 La codéine administrée en petites doses (15 mg toutes les six heures) ne risque vraisemblablement pas de compromettre la sécurité des vols, bien que certains États aient un avis différent à ce sujet. Ces petites doses de codéine sont souvent associées aux salicylates, à la phénacétine ou à d'autres analgésiques non narcotiques et ces associations ne devraient pas affecter la sécurité des vols, à condition que le patient ne dépasse pas la posologie thérapeutique habituelle.

14.4.5 Comme pour toute pharmacothérapie, le médecin-examineur doit toujours être conscient de l'idiosyncrasie des médicaments et s'assurer, avant la reprise des activités, que le titulaire de licence qui en fait usage les tolère bien.

14.4.6 Certaines interventions chirurgicales mineures, en médecine dentaire par exemple, peuvent exiger une anesthésie locale plus ou moins étendue, voire une anesthésie générale. Dans tous ces cas, le titulaire de licence devrait interrompre l'exercice de ses fonctions aéronautiques jusqu'à ce que l'effet de l'anesthésie ait complètement disparu et que l'éventualité de complications consécutives au traitement soit écartée.

Antihypertenseurs

14.4.7 Un certain nombre d'antihypertenseurs sûrs et efficaces existent actuellement et, par conséquent, de nombreux pilotes et contrôleurs de la circulation aérienne qui auraient été déclarés inaptes auparavant en raison d'une hypertension peuvent maintenant continuer à exercer leurs fonctions. Dans la plupart des cas d'hypertension essentielle, il suffira, pour obtenir de bons résultats, de prendre certaines mesures propres à assurer un bon état général et de recourir en outre à un ou plusieurs des antihypertenseurs suivants : sartans (antagonistes des récepteurs de l'angiotensine), inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine (ACE), inhibiteurs du canal calcique lent (ICC), diurétiques, et bêta-bloquants.

14.4.8 Les médicaments classés dans ces trois grandes catégories ne sont pas tous compatibles avec l'exercice de fonctions aéronautiques, mais certains des plus courants peuvent être considérés comme n'affectant pas la sécurité des vols : diurétiques (thiazides, hydrochlorthiazide, triamtérène, spironolactone), bêta-bloquants (propranolol, métoprolol, nadolol, aténolol), et les inhibiteurs calciques (nifédipine).

14.4.9 Certaines classes d'antihypertenseurs, en particulier les non-diurétiques, sont couramment utilisées en médecine mais devraient néanmoins être considérées comme incompatibles avec le pilotage : alcaloïdes de rauwolfia, hydralazine, guanéthidine et minoxidil. Les antagonistes des récepteurs alpha-1, tels que la doxazosine, la prazosine, et les produits à action centrale, tels que la clonidine, la moxonidine et le méthylidopa, ne sont pas autorisés.

14.4.10 Il convient de souligner à nouveau que, quel que soit l'agent utilisé, une période d'essai est requise afin de démontrer une maîtrise stable de l'hypertension et l'absence d'effets secondaires indésirables, tels que l'hypotension orthostatique ou des effets idiosyncratiques. Deux à trois semaines peuvent être nécessaires lorsqu'une thérapie est entamée ; un peu moins, en cas de changement de posologie. Même si les diurétiques semblent bien tolérés, il faut maintenir le patient sous surveillance, afin de détecter d'éventuels signes d'hypokaliémie, d'hyperuricémie et d'élévation de la glycémie. D'habitude, ces effets chimiques ne sont pas incompatibles avec l'exercice de fonctions aéronautiques, mais ils peuvent exiger des mesures thérapeutiques supplémentaires (par ex. suppléments de potassium ou traitement uricosurique). En outre, une période d'essai adéquate permet le réajustement de l'autorégulation cérébrale (presque certainement la cause de la fatigue qui se manifeste au début de tout traitement antihypertenseur ou lors de l'ajout d'un médicament antihypertenseur) ; elle offre aussi un certain délai pour déterminer si toute médication prescrite fonctionne bien chez un certain patient.

14.4.11 Quel que soit le type de médication employé, les mesures générales suivantes devraient être appliquées dans chaque cas : réduction de l'obésité, régime pauvre en sel et pratique régulière d'une activité physique.

14.4.12 Pour toute médication, il faudrait commencer par la dose thérapeutique minimale et n'augmenter cette dose qu'en cas de besoin. En règle générale, il n'est pas souhaitable de prescrire à un pilote la dose « complète » qui serait peut-être prescrite sans hésitation à un autre patient ne travaillant pas dans l'environnement aéronautique. Par exemple, 160 mg de propranolol par jour peuvent convenir à certains patients, mais probablement pas à un pilote. De plus amples informations sur la maîtrise de l'hypertension sont données au Chapitre 1 de la Partie III.

Groupes de médicaments divers

14.4.13 Une attention particulière a été portée aux médicaments qui agissent sur le système nerveux central et sur le système neuro-végétatif, en raison du caractère crucial de ces effets ; l'accent a aussi été mis sur les antihypertenseurs, vu certains aspects pratiques mentionnés. Il existe cependant un grand nombre d'autres médicaments qui méritent également d'être mentionnés en raison de leur usage très répandu. Ils ne sont pas en eux-mêmes dangereux dans un contexte aéronautique et peuvent même être appropriés pour des pilotes dans certaines circonstances.

14.4.14 Les antihistaminiques étant foncièrement sédatifs dans leur action, il convient d'en décourager l'emploi dans l'exercice des fonctions aéronautiques. De plus, un pilote présentant des symptômes d'allergie suffisamment marqués pour exiger une médication ne devrait probablement pas piloter. Cependant, certains troubles allergiques non disqualifiants peuvent fort bien être traités par des antihistaminiques non sédatifs, tels que la fexofénadine (Allegra®), Telfast®), la terfénadine (Seldane®) ou la loratidine (Claritin®). Il convient toutefois de noter que même des antihistaminiques non sédatifs peuvent avoir un effet sédatif léger chez certains individus. Comme pour toute médication, lors d'une première prise, une période d'essai avant la reprise des fonctions aéronautiques s'impose, afin qu'une décision finale puisse être prise quant à la pertinence de la prise de cette médication par un pilote en exercice.

14.4.15 Les antibiotiques administrés par voie orale ne compromettent généralement pas la sécurité aérienne. La question majeure à cet égard concerne moins les antibiotiques que les effets de l'infection traitée. Toutefois, certains antibiotiques devraient être évités ou utilisés avec une extrême prudence. C'est notamment le cas de la minocycline (toxicité vestibulaire) et de la ciprofloxacine (neurotoxicité).

14.4.16 Les antitussifs, s'ils ne sont pas narcotiques et ne sont pas combinés à des agents sédatifs ou à des antihistaminiques, ne sont pas contre-indiqués dans l'environnement aéronautique.

14.4.17 Les antiacides, sous une forme non soluble, sont normalement autorisés dans les fonctions aéronautiques, mais uniquement si les symptômes traités ne sont pas cliniquement significatifs.

14.4.18 L'oméprazole (Losec®) ne devrait pas compromettre la sécurité aérienne, sous réserve qu'il ait été prouvé, au cours d'une période d'essai au sol, qu'il ne provoque pas d'effets secondaires indésirables.

14.4.19 Les stéroïdes sont généralement proscrits dans les fonctions aéronautiques vu la nature complexe de leur action, mais aussi parce que, souvent, les troubles qui exigent cette médication sont en eux-mêmes disqualifiants. Cependant, une « médication physiologique de remplacement », telle qu'indiquée par exemple dans un cas stable d'insuffisance surrénalienne ou d'insuffisance hypophysaire, peut être compatible avec l'exercice de fonctions aéronautiques. Il ressort de l'expérience clinique acquise qu'une dose « physiologique » de prednisone serait de l'ordre de 6 à 8 mg par jour pour les hommes et de 4 à 6 mg par jour pour les femmes. Le tableau ci-après présente les doses équivalentes pour diverses préparations usuelles à base de stéroïdes :

Tableau III-14-1. Doses équivalentes de stéroïdes

<i>Stéroïde</i>	<i>Doses équivalentes (mg)</i>
Acétate de cortisone	25
Hydrocortisone	20
Prednisone	5
Méthylprednisolone	4
Triamcinolone	4
Dexaméthasone	0,75
Bétaméthasone	0,60

14.4.20 Les pilotes qui suivent un traitement à base de corticostéroïdes devront être examinés régulièrement, à des intervalles dont la durée ne devrait sans doute pas dépasser six mois. Tout pilote qui suit un tel traitement devrait être informé des principes qui le régissent et notamment des effets possibles de lésions, d'infections intercurrentes ou d'une brusque interruption du traitement.

14.4.21 Bien entendu, il existe de nombreux autres types de médicaments, comme les préparations à base de digitale, les antiémétiques, les anticonvulsifs, les hypoglycémifiants ou les psychotropes (tranquillisants et antidépresseurs), dont beaucoup ne produisent pas d'effets indésirables d'eux-mêmes, mais ne seraient vraisemblablement prescrits que pour une pathologie disqualifiante.

14.4.22 Ces dernières années, une attention accrue a été portée aux inhibiteurs sélectifs du recaptage de la sérotonine (SSRI), parfois utilisés pour des migraines et des dépressions, surtout aux premiers stades. Leur usage s'est aujourd'hui largement répandu. Ces médicaments n'ont habituellement que des effets secondaires rares et légers, mais des cas de somnolence, de confusion et de manie ont été signalés. En conséquence, il convient de les utiliser avec la plus grande prudence et sous étroite surveillance, et uniquement pour des cas où la maladie sous-jacente n'est pas incompatible avec l'exercice de fonctions aéronautiques.

6.3.2.2.1 **Recommandation.**— *Il est recommandé qu'un candidat qui souffre de dépression et qui est traité par antidépresseurs soit déclaré inapte, à moins que l'évaluateur médical, en possession de tous les détails du cas en question, estime que l'état du candidat ne risque pas de l'empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de sa licence et de ses qualifications.*

De plus amples informations sur la gestion de la dépression figurent au Chapitre 9 de la Partie III.

14.5 ANTI-INFLAMMATOIRES NON STÉROÏDIENS

Des agents anti-inflammatoires n'ayant pas les propriétés des corticostéroïdes et les effets secondaires indésirables des stéroïdes ont été mis au point pour répondre aux besoins de traitements anti-inflammatoires. À l'heure actuelle, les plus courants sont l'ibuprofène (Advil®, Motrin®), le naproxène (Aleve®), l'indométacine (Indocin®), le sulindac (Clinoril®) et le piroxicam (Feldene®). Ils sont tous efficaces dans le traitement des diverses inflammations de l'appareil musculo-squelettique. Cependant, leurs effets secondaires ont tendance à être plus importants que ceux des composés de l'aspirine. Les plus courants sont les vertiges, les maux de tête, les irritations gastro-intestinales, les ulcères gastriques et, parfois, des hémorragies gastro-intestinales. Bien que le naproxène et le sulindac soient moins susceptibles que les autres d'induire de tels effets secondaires, ce groupe de médicaments devrait être utilisé avec prudence, vu la réelle possibilité d'apparition d'effets secondaires indésirables. L'affection musculo-squelettique en traitement peut, en elle-même, être disqualifiante. En effet, si un pilote souffre d'une arthralgie ou d'une tendinite au point qu'il faille lui prescrire ce type de médicament pour diminuer la douleur, il est plus que probable qu'il ne devrait pas être autorisé à piloter, du moins temporairement. Toutefois, beaucoup de patients peuvent tolérer ces médicaments sans effets secondaires de nature à compromettre la sécurité aérienne, auquel cas une reprise de fonctions pourrait être envisagée.

14.6 DROGUES À CARACTÈRE SOCIAL

14.6.1 L'expression « drogues à caractère social » s'applique aux substances utilisées non pour le traitement d'une maladie, mais pour le plaisir ou pour d'autres raisons personnelles. Les principaux exemples de cette classe de substances sont l'alcool, le tabac et les drogues illicites.

Alcool

14.6.2 Le taux d'alcoolémie (TA) peut être exprimé de diverses manières, comme le montre le Tableau III-14-2 :

Tableau III-14-2. Diverses manières d'exprimer le taux d'alcoolémie (TA)

Unité de TA	Mesures	Équivalent à	Pays utilisant cette unité
1 % volumique	1/100 (%) g/mL = 1 cg/mL	9,43 mg/g, 0,217 mmol/L	États-Unis
1 pour mille volumique	1/1000 (‰) g/mL = 1 mg/mL	0,943 mg/g, 0,0217 mmol/L	Pays-Bas, Lituanie, Pologne, Danemark
1 point de base volumique	1/10 000 g/mL = 100 µg/mL	94,3 ppm, 2,17 µmol/L	Royaume-Uni
1 pour mille par masse	1/1000 (‰) g/g = 1 mg/g	1,06 mg/mL, 0,0230 mmol/L	Finlande, Norvège, Suède
1 millimole par litre	1 mmol/L	46 g/L, 4,6 cg/mL, 4,34 cg/g	Hôpitaux, personnel médical

14.6.3 Le Tableau III-14-3 indique les prévisions de taux d'alcoolémie moyens pour des individus de tailles diverses après un nombre donné de « verres » moyens².

Tableau III-14-3. Prévision des taux d'alcoolémie chez des individus de poids différents

Homme Femme	Taux approximatif d'alcoolémie (en pour cent volumique)								
	Poids corporel								
Verres	40 kg	45 kg	55 kg	64 kg	73 kg	82 kg	91 kg	100 kg	109 kg
	90 lb	100 lb	120 lb	140 lb	160 lb	180 lb	200 lb	220 lb	240 lb
1	– ,05	,04 ,05	,03 ,04	,03 ,03	,02 ,03	,02 ,03	,02 ,02	,02 ,02	,02 ,02
2	– ,10	,08 ,09	,06 ,08	,05 ,07	,05 ,06	,04 ,05	,04 ,05	,03 ,04	,03 ,04
3	– ,15	,11 ,14	,09 ,11	,08 ,10	,07 ,09	,06 ,08	,06 ,07	,05 ,06	,05 ,06
4	– ,20	,15 ,18	,12 ,15	,11 ,13	,09 ,11	,08 ,10	,08 ,09	,07 ,08	,06 ,08
5	– ,25	,19 ,23	,16 ,19	,13 ,16	,12 ,14	,11 ,13	,09 ,11	,09 ,10	,08 ,09
6	– ,30	,23 ,27	,19 ,23	,16 ,19	,14 ,17	,13 ,15	,11 ,14	,10 ,12	,09 ,11
7	– ,35	,26 ,32	,22 ,27	,19 ,23	,16 ,20	,15 ,18	,13 ,16	,12 ,14	,11 ,13
8	– ,40	,30 ,36	,25 ,30	,21 ,26	,19 ,23	,17 ,20	,15 ,18	,14 ,17	,13 ,15
9	– ,45	,34 ,41	,28 ,34	,24 ,29	,21 ,26	,19 ,23	,17 ,20	,15 ,19	,14 ,17
10	– ,51	,38 ,45	,31 ,38	,27 ,32	,23 ,28	,21 ,25	,19 ,23	,17 ,21	,16 ,19
Soustraire environ ,01 % toutes les 45 minutes après l'ingestion de la boisson.									

2 « verre » : unité d'alcool. L'ingestion quotidienne ou hebdomadaire maximale d'alcool recommandée par les responsables de la santé publique de plusieurs États est généralement exprimée en « unités d'alcool » ou en « verres », dont la définition varie d'un État à l'autre. Dans un État contractant, une unité d'alcool est définie comme 15 mL d'alcool pur (alcool éthylique, éthanol), ce qui correspond à un verre standard de bière, de vin ou d'eau-de-vie. Si non accompagnée de nourriture, l'ingestion d'une telle unité d'alcool entraînera une concentration d'alcool dans le sang d'environ 0,2 g/L chez un homme (70 kg) et d'environ 0,3 g/L chez une femme (55 kg). La consommation hebdomadaire maximale recommandée est de 21 unités pour les hommes et 14 unités pour les femmes.

14.6.4 Les valeurs ci-dessus sont celles que l'on relève environ 30 minutes après l'ingestion d'alcool ; elles diminuent à un rythme qui dépend de divers facteurs : activité physique, ingestion de nourriture, tolérance individuelle. Toutefois, ces effets sont faibles et, en général, on peut affirmer qu'un individu en bonne santé métabolise l'alcool à un taux constant suffisant pour réduire le taux d'alcoolémie d'environ 0,015 % (15 mg d'alcool par 100 mL de sang = 15 mg %) par heure. Une alcoolémie de 0,1 % ou 1 pour mille (100 mg %) est généralement reconnue comme le seuil d'intoxication. Chez certains individus, les performances commencent manifestement à se dégrader alors que l'alcoolémie n'atteint que 0,04 % (40 mg %). Il faut donc poser en règle générale qu'aucun pilote ne doit être autorisé à exercer ses fonctions tant qu'il présente la moindre trace décelable d'alcoolémie. De plus, l'alcoolémie n'est pas le seul critère permettant de déterminer l'effet de la boisson sur la sécurité aérienne car elle peut être réduite à zéro alors que l'individu est encore dans un état nettement insatisfaisant en raison d'une « gueule de bois ». C'est pourquoi un grand nombre de compagnies aériennes insistent sur une période d'abstinence de 24 heures avant la reprise du pilotage. En fait, les effets d'une forte consommation d'alcool, tant au niveau physiologique qu'au niveau de la performance, peuvent persister pendant une période pouvant atteindre 48 à 72 heures. Les règlements de la *Federal Aviation Administration* des États-Unis ne prévoient que huit heures de sobriété avant le vol et fixent une limite maximale d'alcoolémie de 0,04 % pour ceux qui pilotent ou tentent de piloter un aéronef. Des règlements similaires sont en vigueur dans nombre d'États contractants.

Tabac

14.6.5 Il n'entre pas dans le cadre de la présente section d'exposer en détail les dangers, bien connus, que le tabagisme présente pour la santé. Les effets nocifs sur les systèmes pulmonaire et cardiovasculaire (par exemple bronchite chronique, bronchopneumopathie chronique obstructive, tumeurs malignes des bronches et coronaropathie) ne sont toutefois pas les seuls qui entrent en ligne de compte du point de vue de la sécurité aérienne. Il a aussi été démontré que le fait de fumer entraînait une diminution de la tolérance à l'altitude (la méthémoglobine se substituant à l'oxyhémoglobine), une fatigue accrue, une conjonctivite et une baisse de la vision nocturne. Comme quasi tous les vols de passagers sont aujourd'hui non-fumeurs, il est important que les pilotes veillent à ne pas souffrir de symptômes de sevrage pendant le vol.

Drogues illicites

14.6.6 Les drogues dont l'usage est le plus répandu dans la société actuelle sont le cannabis sativa (marijuana), la cocaïne, l'héroïne, le haschich, la mescaline, le LSD (diéthylamide de l'acide lysergique).

14.6.7 D'autres agents sont aussi utilisés pour modifier l'état mental et tous ces produits ont des effets incompatibles avec les fonctions de pilote. Ce qui est préoccupant, ce ne sont pas seulement les effets des drogues en eux-mêmes, mais aussi les facteurs psychologiques qui poussent un individu à utiliser ces drogues. Il est difficile de faire confiance à un pilote qui utilise ces agents, même si l'on peut présumer qu'il a entièrement métabolisé une dose donnée. En outre, le risque de « flash-back » est toujours présent chez toute personne ayant consommé des hallucinogènes.

14.6.8 Les mêmes mises en garde s'appliquent à l'usage illicite de médicaments licites, tels que les amphétamines, les barbituriques et autres stimulants et dépresseurs, qui ne doivent être utilisés que sur prescription d'un médecin agréé. Certains font valoir que la marijuana n'est pas « pire que l'alcool » mais, d'après les études faites jusqu'ici, rien ne permet de présumer que « la marijuana n'est pas pire que la consommation d'alcool en société ». De plus, les effets subtils de sa consommation sur la performance des pilotes ne sont pas suffisamment documentés pour que l'on puisse formuler des lignes directrices fiables sur l'usage sûr de la marijuana. Si un pilote est prêt à consommer des drogues récréatives en violation du droit civil et, en conséquence, met en péril sa licence, ce comportement le rend inapte pour l'exercice de fonctions aéronautiques cruciales pour la sécurité.

14.7 MÉDICAMENTS UTILISÉS POUR LA SCHIZOPHRÉNIE, LES TROUBLES DÉLIRANTS SCHIZOTYPIQUES ET LES TROUBLES BIPOLAIRES

Parmi les produits pharmaceutiques psychotropes les plus courants, on peut citer la chlorpromazine, le chlorprothixène, la thioridazine, la prochlorpérazine et le lithium. Ces substances ont normalement des effets secondaires inacceptables, ne sont pas suffisamment fiables et les conséquences potentielles de leur incapacité à enrayer adéquatement la pathologie sous-jacente sont inacceptables. Actuellement, ces pathologies posent un risque inacceptable pour la sécurité aérienne.

14.8 RÉSUMÉ

14.8.1 Les incidences d'une pharmacothérapie sur la sécurité aérienne exigent une évaluation du risque. Certains troubles sont mineurs et le traitement peut être plus néfaste (pour la sécurité aérienne) que le trouble en lui-même. En revanche, des pathologies plus graves peuvent être inacceptables en l'absence de traitement adéquat. Enfin, certaines maladies ont un tel potentiel d'incidences néfastes sur la sécurité aérienne que, traitées ou non, elles sont d'office disqualifiantes. Toutefois, les pathologies de ce dernier groupe deviennent moins fréquentes grâce à la mise au point de nouvelles modalités de traitement, à l'amélioration des médicaments et à la réduction des effets secondaires. Cette évolution posera un défi de plus en plus grand aux spécialistes de la médecine aéronautique, qui doivent trouver un juste équilibre entre protection de la sécurité aérienne et promotion d'une « culture du signalement » qui encourage les candidats à signaler les problèmes médicaux dont ils souffrent et à mentionner les médicaments qu'ils prennent. Si un problème médical n'est pas nécessairement disqualifiant mais exige une médication, il est clair que les effets possibles des médicaments eux-mêmes posent question. Tout agent thérapeutique susceptible de gravement compromettre l'activité mentale, la vigilance, la vision, la coordination, le jugement, etc. devrait être proscrit pour tout le personnel exerçant des fonctions critiques pour la sécurité.

14.8.2 De plus amples informations sur l'usage de médicaments en rapport avec des états pathologiques spécifiques sont données dans les chapitres précédents du présent manuel. Des informations supplémentaires détaillées sur l'usage problématique de substances psychotropes sur les lieux de travail en aviation figurent dans le Doc 9654 de l'OACI.

RÉFÉRENCES

Manuel sur la prévention de l'usage de substances posant problème sur les lieux de travail en aviation (Doc 9654), Organisation de l'aviation civile internationale, Montréal, Canada, première édition, 1995.

Rayman, R.B., et al., *Clinical Aviation Medicine*. 4th ed., Professional Publishing Group, Ltd., New York, 2006.

Virginia Polytechnic Institute and State University. (17 September 2007), in Wikipedia, The Free Encyclopedia (retrieved from http://en.wikipedia.org/wiki/Blood_alcohol_content).

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 15. AFFECTIONS MALIGNES	III-15-1
15.1 Introduction	III-15-1
15.2 Traitement primaire des affections malignes	III-15-1
Chirurgie.....	III-15-1
Radiothérapie	III-15-1
Chimiothérapie	III-15-2
Transplantation de cellules souches.....	III-15-3
15.3 Certification après traitement primaire.....	III-15-3
Définition du risque acceptable	III-15-3
Définition du risque de récurrence	III-15-4
Nombre d'années depuis le traitement primaire	III-15-4
Définition du site de récurrence.....	III-15-6
Définition du risque qu'une métastase particulière provoque une incapacité	III-15-6
Définition du risque total d'incapacité	III-15-6
Présentation du risque total d'incapacité	III-15-8
Utilisation de tableaux d'évaluation pour la certification	III-15-9
Marqueurs tumoraux	III-15-10
Références	III-15-10

Chapitre 15

AFFECTIONS MALIGNES

Note.— Le présent chapitre a été adapté du Chapitre 17 du manuel « JAA Manual of Civil Aviation Medicine » des Autorités conjointes de l'aviation, 2006.

15.1 INTRODUCTION

15.1.1 Tout candidat qui a été soigné pour une affection maligne devra subir une évaluation individuelle avant de pouvoir exercer les privilèges de sa licence. Même si le présent chapitre concerne la certification des pilotes, nombre de ses principes s'appliquent aussi à d'autres catégories de licences aéronautiques. Il convient d'évaluer le rétablissement après chirurgie ou radiothérapie. Les chimiothérapies curatives ou adjuvantes actuelles sont incompatibles avec la certification et, lorsqu'elles sont terminées, il faut imposer au patient une période d'inaptitude pour lui permettre de se remettre des effets de ces traitements. Si le pilote a récupéré du traitement primaire et si, dans la mesure où les techniques disponibles permettent d'en juger, il n'a pas de tumeur résiduelle, le niveau de la certification dépendra de la probabilité de récurrence. Le présent chapitre explore les méthodes qui permettent d'évaluer le risque pour la sécurité des vols posé par des membres d'équipage de conduite ayant reçu un traitement pour une affection maligne.

15.1.2 Outre l'assurance que le traitement a été efficace, des paramètres hématologiques satisfaisants et l'absence d'effets secondaires persistants du traitement sont des conditions requises pour la certification après un traitement pour une maladie maligne.

15.2 TRAITEMENT PRIMAIRE DES AFFECTIONS MALIGNES

Chirurgie

15.2.1 La chirurgie est le traitement primaire le plus courant pour les affections malignes et, souvent, le seul disponible. Du point de vue strictement chirurgical, la reprise de fonctions aéronautiques dépend de l'ampleur de l'intervention chirurgicale. On peut facilement distinguer 3 types de chirurgie : mineure, intermédiaire et majeure. Le Tableau III-15-1 présente des exemples de périodes d'inaptitude minimales pour divers types d'interventions chirurgicales. Il convient de souligner qu'il s'agit là de périodes minimales et que des procédures plus extensives ou toute complication, notamment du processus de guérison des plaies, exigeront une prolongation de ces périodes d'inaptitude.

15.2.2 L'évaluateur médical peut envisager un renouvellement de la certification plus tôt si le rétablissement est complet, si le candidat est asymptomatique et si le risque de complications est minime.

Radiothérapie

15.2.3 Une radiothérapie pour affection maligne est souvent appliquée en traitement intensif. Elle peut être à finalité curative, par exemple lorsqu'elle est appliquée à un groupe isolé de ganglions lymphatiques qui, à la biopsie, se sont révélés atteints d'un lymphome, ou être administrée en tant que traitement adjuvant, par exemple aux ganglions abdominaux après

orchidectomie pour un séminome des testicules, lorsque ces ganglions sont suspectés de contenir des métastases. Étant donné que la plupart des radiothérapies sont intensives, le pilote n'a guère le temps de piloter, même s'il le souhaitait. Par ailleurs, beaucoup de patients soumis à une radiothérapie souffrent d'effets systémiques non spécifiques (fatigue, malaise, nausées), qui rendent l'exercice de fonctions aéronautiques peu souhaitable pendant un tel traitement.

15.2.4 Hormis les symptômes physiques, la radiothérapie est aussi souvent associée à des effets psychologiques et à des inquiétudes qui, tout comme dans le cas d'une chimiothérapie, peuvent aussi affecter la performance des pilotes concernés. En conséquence, les pilotes devraient être jugés inaptes pendant toute radiothérapie.

Tableau III-15-1. Périodes minimales d'inaptitude après intervention chirurgicale

<i>Ampleur de l'intervention chirurgicale</i>	<i>Exemple d'intervention</i>	<i>Période minimum d'inaptitude</i>
Mineure	Excision d'un naevus Biopsie d'un ganglion lymphatique	Une semaine
Intermédiaire	Orchidectomie pour un cancer des testicules	Quatre semaines
Majeure	Hémi-colectomie pour un carcinome du côlon	Douze semaines

Chimiothérapie

15.2.5 Les pilotes devraient être évalués comme inaptes pour toute la période de traitement avec des agents chimiques cytotoxiques.

15.2.6 Ces médicaments sont toxiques pour les cellules normales, en particulier pour les cellules à division rapide comme celles de la moelle osseuse. Pendant une chimiothérapie, le patient est régulièrement soumis à des analyses de sang, afin de vérifier la numération érythrocytaire et le taux d'hémoglobine, ce qui devrait rappeler tant au pilote qu'au médecin-examineur que l'entrée dans un environnement hypoxique recèle des risques potentiels.

15.2.7 Une évaluation d'inaptitude s'applique aussi bien dans le cas d'une chimiothérapie *curative*, par exemple pour le traitement d'un lymphome disséminé, que d'une chimiothérapie *adjuvante*, par exemple pour prévenir une éventuelle récurrence d'un cancer colorectal après excision chirurgicale. Ce dernier traitement peut s'étendre sur une période prolongée et il peut y avoir conflit entre l'avis médical qui prévoit un traitement adjuvant et le souhait du pilote d'obtenir le renouvellement de sa certification d'aptitude au pilotage.

15.2.8 Les seuls traitements adjuvants d'affections malignes qui soient compatibles avec l'exercice de fonctions aéronautiques sont les thérapies endocriniennes. Certains traitements hormonaux et antihormonaux adjuvants après (par exemple) un traitement contre le cancer du sein ou de la prostate peuvent être acceptables s'ils n'induisent pas d'effets secondaires.

Transplantation de cellules souches

15.2.9 Le patient peut reprendre ses fonctions aéronautiques après une transplantation de cellules souches en cas de rémission soutenue.

15.3 CERTIFICATION APRÈS TRAITEMENT PRIMAIRE

Définition du risque acceptable

15.3.1 Dans la présente analyse, nous partons de l'hypothèse que le traitement primaire, qu'il s'agisse de chirurgie, de radiothérapie, de chimiothérapie ou d'une combinaison de ces techniques, a éliminé tout signe de tumeur « X », tel que mesuré cliniquement ou par investigation. Dans ce cas, le risque pour la sécurité aérienne est la possibilité qu'une récurrence locale ou métastatique provoque une incapacité soudaine ou insidieuse pendant le vol.

15.3.2 Le concept de « risque acceptable » ou « règle du 1 % » a été examiné ailleurs dans le présent manuel (voir le Chapitre 3 de la Partie I). Une grande partie des travaux en cardiologie aéronautique ont défini un risque d'incapacité de 1 % par an au maximum comme acceptable pour des vols professionnels en équipage à deux ainsi que pour des vols privés sans restrictions. Ce principe peut s'appliquer aussi à la certification après traitement d'une affection maligne. La cardiologie (discipline qui se prête bien à l'application d'une évaluation objective du risque) se distingue toutefois de l'oncologie en ce que, une fois le risque défini et la décision d'aptitude prise, la pathologie cardiaque ne disparaîtra probablement pas. Après traitement de l'affection maligne, par contre, le pronostic s'améliore à mesure que s'allonge la période de rémission après l'épisode initial. Dès lors, pour envisager la gamme complète des possibilités en matière de certification, depuis « certificat refusé » jusqu'à « classe 1 sans restrictions », en passant par la certification de classe 2 pour pilote privé, il faut définir des niveaux acceptables de risque d'incapacité.

15.3.3 Dans cette analyse, les risques annuels d'incapacité suivants seront utilisés pour déterminer la certification appropriée. Il convient de noter que les niveaux exacts de risque acceptable pour la certification de classe 2 avec restrictions (restriction aux vols privés¹) n'ont pas été définis. Pour les vols professionnels monopilotes, un chiffre de 0,1 % a été cité de façon empirique et constitue une base raisonnable, vu qu'il s'agit d'un ordre de grandeur inférieur au chiffre maximal acceptable en équipage multiple et correspondant approximativement au risque cardiovasculaire d'un homme dans la quarantaine (voir Tableau III-15-2).

15.3.4 Aux fins de ces calculs, un risque d'incapacité annuel de 5 % a été retenu comme limite supérieure pour les vols privés avec restrictions.

15.3.5 Ainsi, si un taux annuel d'incapacité peut être déduit pour la tumeur X à un moment particulier après le traitement initial, il est possible de calculer pour ce pilote, à ce moment-là, un niveau de certification acceptable en se basant sur le Tableau III-15-2.

15.3.6 Après un traitement primaire « réussi », le risque que la tumeur « X » provoque une incapacité insidieuse ou soudaine dépend de deux facteurs. Le premier est le risque réel de récurrence, qui dépendra du stade pathologique de la tumeur ou de sa classification TNM². Le deuxième est le site de la récurrence et il dépend du type de tumeur primaire. Nous analysons maintenant ces deux facteurs séparément, de nouveau en relation avec une tumeur « X » hypothétique.

1 Classe 2 avec restrictions : pour les vols privés, les limitations en usage dans beaucoup d'États contractants sont « sans passagers », « en dehors de l'espace aérien contrôlé » et « avec pilote de sécurité ».

2 Classification TNM : les stades des tumeurs selon trois éléments de base : tumeur initiale (T), adénopathies régionales (N) et métastases à distance (M). Les coefficients indiquent la taille et le degré d'envahissement : par ex. 0 signifie « non détectable » et 1, 2, 3 et 4, une augmentation progressive de la taille et de l'envahissement. Ainsi, une tumeur peut être décrite comme T1N2M0.

**Tableau III-15-2. Possibilités de certification
en fonction des risques acceptables d'incapacité**

<i>Risque d'incapacité par an</i>	<i>Niveau de certification acceptable</i>	<i>Licences</i>
Moins de 0,1 %	Tous	Toutes
Entre 0,1 et 1 %	Classe 1 avec restrictions Classe 2 sans restrictions	Équipages multiples uniquement Pilote privé
Supérieur à 1 %	Pas de classe 1 Éventuellement classe 2 avec restrictions	Pas de licence professionnelle Pilote privé avec restrictions

Définition du risque de récurrence

15.3.7 Le taux annuel de récurrence d'une tumeur « X » se calcule à partir de courbes de survie. Idéalement, ces courbes de survie devraient être « exemptes de récurrences », mais de telles courbes étant rarement disponibles, il faut utiliser les simples données de survie. Toutefois, à moins qu'il ne soit possible de guérir de nombreux patients dont la tumeur récidive (ce qui n'est pas courant), les deux courbes seront de forme très similaire.

15.3.8 La Figure III-15-1, qui présente une courbe hypothétique de survie à cinq ans pour la tumeur « X », est utilisée pour montrer la représentation habituelle de ce type de données. Elle comprend des chiffres le long de la courbe montrant les taux de récurrence pour chacune des cinq années suivant le traitement.

Nombre d'années depuis le traitement primaire

15.3.9 Le graphique représente les taux de récurrence moyens pour tous les cas de tumeur « X ». Ces données incluent toutefois un large spectre de taux de récurrence, depuis les très bas (stade précoce de la maladie) jusqu'aux très élevés (stade avancé de la maladie). Pour illustrer l'effet des différents stades sur le pronostic, on pose l'hypothèse que les lésions de la tumeur « X » peuvent être subdivisées en trois stades, sur la base de l'examen pathologique du ou des spécimens ayant subi une résection.

15.3.10 Des études ont montré que le pronostic après traitement chirurgical de la tumeur « X » était positivement corrélé au stade atteint par la tumeur au moment de l'opération. Ainsi, la courbe précédente de survie générale à cinq ans pour la tumeur « X » peut être subdivisée en trois courbes distinctes associées aux trois stades distincts, comme le montre la Figure III-15-2. Comme on pouvait s'y attendre, plus les tumeurs ont atteint un stade avancé (stades 2 et 3), moins bon sera le pronostic.

15.3.11 À partir des données de la Figure III-15-2, il est possible de déduire un pourcentage annuel de risque de récurrence pour tout stade de la tumeur « X ». Par exemple, le risque de récurrence entre deux et trois ans après une résection chirurgicale d'une tumeur de stade 2 est de 9 %.

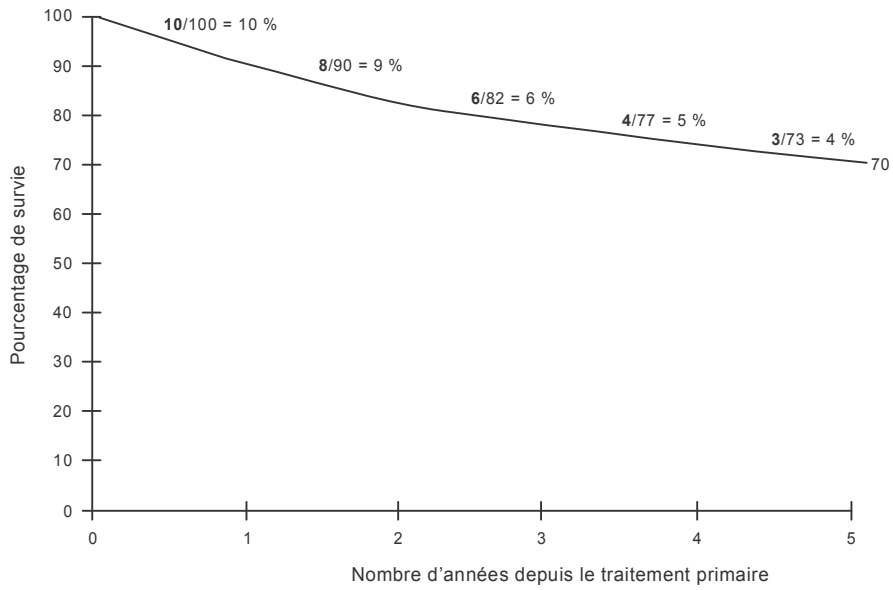


Figure III-15-1. Survie générale à cinq ans après traitement primaire de la tumeur « X »

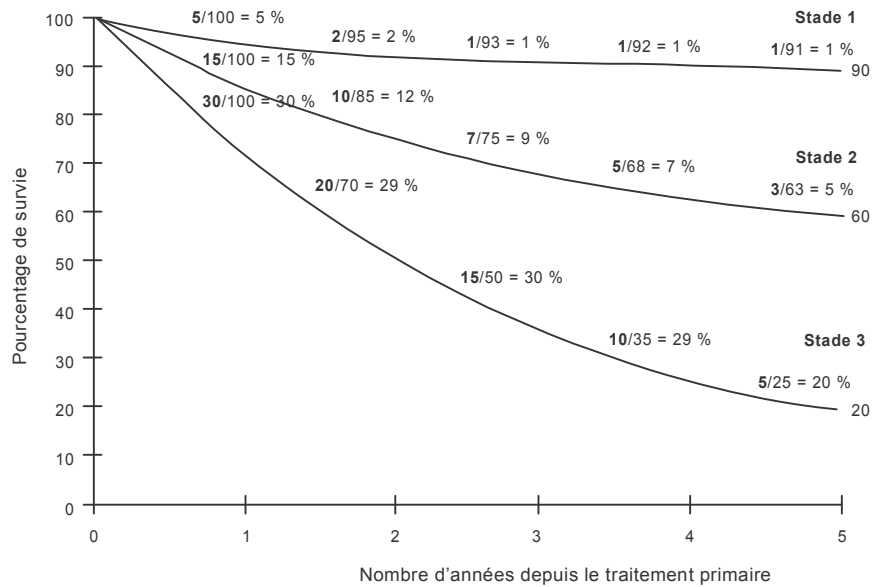


Figure III-15-2. Survie à cinq ans pour la tumeur « X », divisée selon les stades pathologiques

Définition du site de récurrence

15.3.12 Chaque tumeur a ses propres sites particuliers de récurrence, qui ont été consignés dans des traités de pathologie dès leur première édition. Bien que des métastases puissent survenir en n'importe quelle partie du corps, la majorité d'entre elles se rencontrent dans les ganglions lymphatiques, les poumons, les os, la moelle osseuse et le cerveau. Pour toute tumeur, le risque de première récurrence en chacun de ces sites peut être déterminé à partir des sources de données disponibles. Toutefois, ces données sont souvent difficiles à trouver dans la littérature médicale. Les chiffres d'incidence des métastases dans divers organes sont plus faciles à obtenir post mortem et, pour certaines tumeurs, une extrapolation à partir de ces données peut être nécessaire pour obtenir une incidence des « premières récurrences ».

15.3.13 Le Tableau III-15-3 fournit un exemple des pourcentages d'incidence de première récurrence en différents sites pour une tumeur hypothétique.

Tableau III-15-3. Incidence des métastases par site pour une tumeur hypothétique

<i>Incidence par site</i>	<i>Pourcentage</i>
Ganglions lymphatiques locaux et régionaux	60
Foie	20
Cerveau	10
Poumons	5
Os	5
Moelle osseuse	0

Définition du risque qu'une métastase particulière provoque une incapacité

15.3.14 Une première récurrence dans un ganglion lymphatique régional est associée à un très faible risque d'incapacité. Une métastase au cerveau, par contre, en tant que premier indice de récurrence, peut être présumée assortie d'un potentiel de 100 % d'incapacité soudaine sous la forme d'une crise convulsive ou d'une crise d'épilepsie ou d'un autre événement neurologique tel qu'une parésie, une perte sensorielle ou des céphalées. Des métastases dans la moelle osseuse peuvent provoquer de l'anémie et des troubles hémorragiques. Il est rare que des métastases érodent des grands vaisseaux sanguins, avec des conséquences catastrophiques (poumons et foie).

15.3.15 Le risque d'incapacité subtile est plus difficile à quantifier, mais on peut présumer que toute récurrence de toute tumeur dégradera, dans une certaine mesure, les capacités opérationnelles du pilote concerné. Ainsi, un tableau de « pondération de l'incapacité » peut être élaboré pour donner une estimation du potentiel d'incapacité soudaine ou insidieuse d'une récurrence, à chaque site de métastase. C'est ce que montre le Tableau III-15-4.

Définition du risque total d'incapacité

15.3.16 Trois paramètres peuvent être connus concernant la tumeur « X » et peuvent être utilisés pour estimer un risque « total » d'incapacité, à savoir :

- a) le taux de récurrence par an pour chaque stade de la tumeur « X » (en pourcentage) ;

Tableau III-15-4. Pondération de l'incapacité

Site	« Pondération » de l'incapacité en pour cent
Local et ganglions lymphatiques	5
Foie	5
Poumons	5
Os	5
Moelle osseuse	20
Cerveau	100

- b) la fréquence des métastases dans un organe particulier (en pourcentage) ;
- c) le risque qu'une métastase dans un organe particulier provoque une incapacité (en pourcentage).

15.3.17 Une formule peut maintenant être élaborée pour calculer le risque total qu'une métastase particulière provoque une incapacité au cours d'une quelconque année après la fin du traitement primaire. L'exemple ci-dessous concerne les métastases au cerveau.

(Taux de récurrence de la tumeur « X ») x (Incidence de métastases au cerveau) x (Risque que des métastases au cerveau provoquent une incapacité) = risque d'incapacité lié à des métastases au cerveau de la tumeur « X ».

En utilisant les chiffres que nous avons obtenus, des nombres peuvent être insérés dans cette formule. Les taux de récurrence tumorale par année proviennent de la Figure III-15-2.

Année 1 / Stade 1 : $1/20$ (5 %) x $1/10$ (10 %) x $1/1$ (100 %) = $1/200$ = 0,5 % de risque d'incapacité.

Année 1 / Stade 2 : $3/20$ (15 %) x $1/10$ (10 %) x $1/1$ (100 %) = $3/200$ = 1,5 % de risque d'incapacité.

Année 1 / Stade 3 : $3/20$ (30 %) x $1/10$ (10 %) x $1/1$ (100 %) = $3/100$ = 3,0 % de risque d'incapacité.

Au cours de la première année, le risque moyen d'incapacité due à des métastases au cerveau se situe donc dans une fourchette allant de 0,5 % à 3,0 %, en fonction du stade de la tumeur. Cela permettrait une certaine fourchette de certification, comme le montre le Tableau III-15-5.

15.3.18 La cinquième année, le pronostic s'améliore et les risques d'incapacité diminuent. Les taux de récurrence tumorale proviennent, ici aussi, de la Figure III-15-2.

Année 5 / Stade 1 : $1/100$ (1 %) x $1/10$ (10 %) x $1/1$ (100 %) = $1/1000$ = 0,1 % de risque d'incapacité.

Année 5 / Stade 2 : $1/20$ (5 %) x $1/10$ (10 %) x $1/1$ (100 %) = $1/200$ = 0,5 % de risque d'incapacité.

Année 5 / Stade 3 : $1/5$ (20 %) x $1/10$ (10 %) x $1/1$ (100 %) = $1/50$ = 2 % de risque d'incapacité.

La cinquième année, le risque d'incapacité descend pour atteindre entre 0,1 et 2 %. La fourchette de certification acceptable augmente donc, comme le montre le Tableau III-15-6 :

ANNÉE 1 — MÉTASTASES AU CERVEAU**Tableau III-15-5. Fourchette de certification possible au cours de la première année après la fin du traitement**

Année 1 — métastases au cerveau			
Stade	Risque d'incapacité	Certification de pilote professionnel	Certification de pilote privé
1	0,5 %	Restriction aux opérations en équipage multiple	Sans restrictions
2	1,5 %	Aucune	Avec restrictions
3	3,0 %	Aucune	Avec restrictions

ANNÉE 5 — MÉTASTASES AU CERVEAU**Tableau III-15-6. Fourchette de certification possible au cours de la cinquième année après la fin du traitement**

Année 5 — métastases au cerveau			
Stade	Risque d'incapacité	Certification de pilote professionnel	Certification de pilote privé
1	0,1 %	Sans restrictions	Sans restrictions
2	0,5 %	Restriction aux opérations en équipage multiple	Sans restrictions
3	2,0 %	Aucune	Avec restrictions

15.3.19 D'autres types de récurrence sont possibles et, en réalité, plus probables que les métastases au cerveau mais, vu la « pondération de l'incapacité » donnée à chaque récurrence en chaque site anatomique, les lésions au cerveau sont celles qui contribuent le plus au risque total d'incapacité. Il se peut qu'il faille prendre en considération les risques combinés de plusieurs sites de récurrence.

Présentation du risque total d'incapacité

15.3.20 Un tableau peut servir à montrer le type de certification possible en fonction du stade et du temps écoulé depuis la fin du traitement primaire (Tableau III-15-7) :

Tableau III-15-7. Possibilités de certification selon le stade et le temps écoulé depuis la fin du traitement

Stade	Nombre d'années depuis la fin du traitement primaire				
	1	2	3	4	5
1	0,5 % (5 %×10 %×100 %) (1/20×1/10×1/1×100 %)	0,2 % (2 %×10 %×100 %)	0,1 % (1 %×10 %×100 %)	0,1 % (1 %×10 %×100 %)	0,1 % (1 %×10 %×100 %)
2	1,5 % (15 %×10 %×100 %)	1,2 % (12 %×10 %×100 %)	0,9 % (9 %×10 %×100 %)	0,7 % (7 %×10 %×100 %)	0,5 % (5 %×10 %×100 %)

Ces résultats peuvent être représentés graphiquement, comme le montre la Figure III-15-3 :

Stade	Nombre d'années depuis la fin du traitement				
	1	2	3	4	5
1					
2					



Classe 1 sans restrictions



Classe 1 avec restrictions aux opérations en équipage multiple ou classe 2 sans restrictions



Pas de classe 1 — classe 2 avec restrictions

Figure III-15-3. Graphe montrant les possibilités de certification selon le stade et le temps écoulé depuis la fin du traitement

Utilisation de tableaux d'évaluation pour la certification

15.3.21 Il est impératif de souligner que ces tableaux ne sont mentionnés qu'à titre indicatif. Des pilotes atteints de tumeurs mais ayant plusieurs facteurs supplémentaires de pronostic favorable peuvent être autorisés à reprendre leurs fonctions plus tôt que l'exemple « moyen » présenté dans le tableau. À l'inverse, en présence de facteurs de pronostic défavorables, il peut être nécessaire de prolonger la période d'inaptitude avant un renouvellement de la certification.

15.3.22 Les tableaux sont basés sur des publications de statistiques de survie après traitement pour un type particulier de tumeur et il faudra peut-être les revoir à la lumière de l'introduction de nouveaux traitements ou des résultats de nouvelles études. Les États peuvent élaborer leurs propres tableaux indicatifs pour les tumeurs les plus courantes, sur la base des facteurs de pronostic locaux et des traitements administrés. Les études utilisées pour calculer les chiffres sur lesquels se basera l'évaluation en vue de la certification peuvent s'appuyer sur le taux général de survie sans événement et sans pathologie et peuvent inclure des sujets non représentatifs de la population de pilotes (en termes d'âge, de sexe, de pays de résidence, de mode de vie et autres variables), voire des cas où un traitement curatif n'a pas été tenté. L'évaluation individuelle reste donc primordiale.

15.3.23 Les tableaux sont utiles pour les tumeurs assorties d'un pronostic qui s'améliore au fil du temps. Certaines affections malignes ont un long temps létal 50 % de dix ans, voire plus, mais le taux de progression reste relativement constant dans le temps. Dans de tels cas, il peut être possible de maintenir la certification pendant plusieurs années, à condition que le titulaire de licence reste asymptomatique, ne suive pas un traitement actif et soit soumis à des examens révisionnels réguliers.

Marqueurs tumoraux

15.3.24 La récurrence ou la progression active de certaines tumeurs peut être suivie avec efficacité via la mesure de marqueurs tumoraux. L'exemple le plus courant chez les pilotes et contrôleurs de la circulation aérienne est l'adénocarcinome de la prostate, où les taux d'antigène prostatique spécifique (APS) peuvent être mesurés régulièrement pendant un certain temps.

15.3.25 L'analyse du marqueur tumoral est très utile pour déterminer le risque de récurrence chez un individu. Il ne convient pas d'utiliser un tableau d'évaluation pour la certification lorsque cet autre type d'évaluation spécifique du risque existe.

RÉFÉRENCES

- Evans, S., "Malignant disease," in *Ernsting's Aviation Medicine*, Rainford D.J., Gradwell D.P., (eds), 4th ed., Hodder Arnold, London, 2006, pp. 665-81.
- Goldberg, R.M., et al., "Surgery for recurrent colon cancer : strategies for identifying respectable recurrence and success rates after resection. Eastern Cooperative Oncology Group, the North Central Cancer Treatment Group, and the Southwest Oncology Group," *Annals of Internal Medicine*. 1 July 1998, Vol. 129, No. 1, pp. 27-35.
- Gunderson, L.L., et al., "Impact of T and N substage on survival and disease relapse in adjuvant rectal cancer : a pooled analysis," *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*, 1 October 2002, Vol. 54, No. 2, pp. 386-96.
- Janvrin, S., *Aeromedical certification after treatment for malignant disease*. Dissertation. London : Royal College of Physicians, Faculty of Occupational Medicine, 1995.
- McArdle, C.S., et al., "Male gender adversely affects survival following surgery for colorectal cancer," *British Journal of Surgery*, June 2003, Vol. 90, No. 6, pp. 711-15.
- Renehan, A.G., et al., "Impact on survival of intensive follow-up after curative resection for colorectal cancer : systematic review and meta-analysis of randomised trials," *British Medical Journal*, 6 April 2002 ; Vol. 324, pp. 813-16.
-

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 16. CONSIDÉRATIONS SUPPLÉMENTAIRES RELATIVES AUX CONTRÔLEURS DE LA CIRCULATION AÉRIENNE	III-16-1
16.1 Introduction	III-16-1
16.2 Sélection et surveillance.....	III-16-1
16.3 Stress professionnel.....	III-16-1
16.4 Coronaropathie.....	III-16-2
16.5 Troubles psychiatriques	III-16-2
16.6 Grossesse	III-16-3
16.7 Troubles visuels	III-16-3
Erreurs de réfraction.....	III-16-3
Presbytie	III-16-3
16.8 Latitude d'application	III-16-4

Chapitre 16

CONSIDÉRATIONS SUPPLÉMENTAIRES RELATIVES AUX CONTRÔLEURS DE LA CIRCULATION AÉRIENNE

16.1 INTRODUCTION

16.1.1 Le contrôle de la circulation aérienne (ATC) s'est développé rapidement après les années 1950. Simple à ses débuts, il est devenu aujourd'hui un système complexe, dont le contrôleur assure la conduite mais dans lequel la machine (c.-à-d. l'ordinateur) joue un rôle important. L'écran radar, la télévision en circuit fermé ou l'écran de visualisation présentent des renseignements de façon commode et utilisable, mais c'est le contrôleur qui prend la décision finale quant à leur utilisation.

16.1.2 Certains États contractants accordent de plus en plus d'importance aux faits médicaux relatifs aux contrôleurs et à leurs tâches, reconnaissant que les progrès techniques ont été rapides mais que le rôle du contrôleur, en tant qu'arbitre final, n'a pas changé. C'est toujours à lui qu'il revient de prendre de nombreuses et diverses décisions, parfois sous un stress considérable, pour assurer un flux sûr, ordonné, rapide et efficace du trafic aérien.

16.2 SÉLECTION ET SURVEILLANCE

16.2.1 Pour pouvoir remplir ses fonctions avec efficacité, l'officier contrôleur de la circulation aérienne (OCCA) doit répondre aux normes de l'Annexe 1 concernant l'attestation médicale de classe 3. On notera que les différences entre la classe 1 (applicable aux titulaires d'une licence de pilote professionnel) et la classe 3 (applicable aux OCCA) sont minimes. Les procédures médicales devraient comprendre les antécédents complets des candidats, y compris les antécédents familiaux, ainsi qu'un examen physique complet mené selon les dispositions de la section 6.5 du Chapitre 6 de l'Annexe 1. Les contrôleurs doivent être examinés tous les quatre ans jusqu'à l'âge de 40 ans, puis tous les deux ans (et après 50 ans, de préférence une fois par an), et il importe d'exclure, dans la mesure du possible, toute cause d'incapacité pendant cette période. Un ECG de base, au repos, à 12 dérivations, et un audiogramme tonal sont requis à l'examen initial et, par la suite, à intervalles déterminés en fonction de l'âge du candidat.

16.2.2 Le médecin-examineur désigné (MED) doit déterminer l'aptitude physique et mentale du candidat. Toutefois, l'évaluation de l'aptitude n'est pas réalisée par le MED et ne fait pas partie de l'évaluation de classe 3. Les recherches appuient en général l'intérêt de tests psychologiques pour mesurer l'aptitude, en vue de prévoir si le candidat aura une performance adéquate pendant une carrière de contrôleur, bien qu'il y ait de constants débats en ce qui concerne les tests les plus appropriés.

16.3 STRESS PROFESSIONNEL

16.3.1 Le contrôle de la circulation aérienne est largement perçu comme une profession stressante. Les recherches menées dans un État contractant ont révélé une plus forte incidence de maladies liées au stress, telles que l'hypertension ou l'ulcère gastroduodénal, par rapport à une population de contrôle. Toutefois, d'autres études n'étaient pas ces constatations et une étude plus récente couvrant tous les OCCA d'un État contractant indique que les contrôleurs ont un meilleur état de santé que la population générale et ont une moindre prévalence de pathologies liées au stress.

16.3.2 La nature de ce stress fait encore moins l'unanimité et il n'est pas vraiment prouvé que ce stress soit préjudiciable. Une étude menée sur un groupe d'OCCA dans un État contractant donne à penser que les facteurs dont on serait porté à croire qu'ils sont stressants ne le sont pas nécessairement. Voir le Tableau III-16-1. Les recherches se poursuivent.

Tableau III-16-1. Facteurs liés au stress chez les contrôleurs de la circulation aérienne

<i>Facteurs stressants</i>	<i>Facteurs non stressants</i>
Surcharge de travail	Être responsable de la sécurité et de la vie d'autrui
Ennui	Charge de travail élevée
Non-respect des procédures par les autres	Travail par postes

16.3.3 Afin de prédire et/ou de prévenir un stress professionnel qui compromettrait le bon accomplissement des fonctions et/ou entraînerait la perte de la licence pour raisons médicales, le MED doit chercher à établir un rapport étroit avec les OCCA. À l'évidence, un bon programme d'hygiène professionnelle a son importance et, à titre d'exemple, il convient d'être attentif aux absences de courte durée pour des maladies de peu d'importance, car elles sont révélatrices d'un stress.

16.4 CORONAROPATHIE

16.4.1 Cette pathologie demeure à l'origine d'un nombre important de pertes de licence, d'après les statistiques publiées par certains États contractants.

16.4.2 Les normes de l'OACI permettent de redonner une licence aux contrôleurs qui ont fait un infarctus du myocarde ou ont subi une chirurgie cardiaque, à condition que l'état cardiaque du contrôleur ait été analysé et évalué conformément aux meilleures pratiques médicales et qu'il ait été jugé non susceptible de l'empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de sa licence et de ses qualifications.

16.4.3 Le temps de récupération jugé nécessaire avant que le contrôleur ne puisse être autorisé à reprendre ses fonctions après un événement cardiaque pourrait être raccourci si l'on portait sur la licence une annotation exigeant qu'un « contrôleur possédant des qualifications analogues se trouve à proximité du titulaire pendant qu'il exerce les privilèges de sa licence ».

16.5 TROUBLES PSYCHIATRIQUES

Ces troubles sont responsables du retrait de la licence d'un nombre important de contrôleurs pour raisons médicales, mais leur prévalence ne diffère cependant guère de celle que l'on rencontre chez les titulaires d'autres licences. Pour résoudre des problèmes de cette nature, l'appui des collègues et de la famille apparaît comme un facteur important, de même que la possibilité d'en discuter avec des membres bienveillants de la direction ou un collègue désigné ou un cadre du service du personnel ou, plus particulièrement, un MED compréhensif. L'expérience montre cependant que certains contrôleurs continuent à se plaindre d'une accumulation de stress parce que, apparemment, aucune de ces voies ne leur est ouverte.

16.6 GROSSESSE

16.6.1 Les dispositions pertinentes du Chapitre 6 de l'Annexe 1 stipulent ce qui suit :

6.5.2.21 Les candidates qui sont enceintes seront déclarées inaptées, à moins qu'une évaluation obstétricale et un suivi médical constant n'indiquent que la grossesse est sans complication et à faible risque.

6.5.2.21.1 **Recommandation.**— *Il est recommandé de prendre des précautions pour assurer le remplacement en temps utile d'une contrôleuse de la circulation aérienne enceinte en cas de début prématuré du travail ou d'autre complication.*

6.5.2.21.2 **Recommandation.**— *Il est recommandé que, dans le cas des candidates dont la grossesse est sans complication et à faible risque qui sont évaluées et suivies conformément aux dispositions du § 6.5.2.21, la déclaration d'aptitude soit limitée à la période se terminant à la fin de la 34^e semaine de gestation.*

6.5.2.22 Après un accouchement ou une interruption de grossesse, la candidate ne sera autorisée à exercer les privilèges de sa licence qu'après avoir subi une nouvelle évaluation conforme aux meilleures pratiques médicales et qu'il a été déterminé qu'elle peut exercer avec sécurité les privilèges de sa licence et de ses qualifications.

16.6.2 Aucune preuve publiée ne donne à penser que les écrans radar ou les écrans de visualisation présentent plus de risques pour la future mère ou pour le fœtus.

16.7 TROUBLES VISUELS

Erreurs de réfraction

16.7.1 Les contrôleurs de la circulation aérienne devraient être capables de lire les écrans radar, les écrans de visualisation et les documents écrits ou imprimés, mais aussi d'utiliser la vision à distance pour voir à travers les vitres de la tour de contrôle. Si une correction est requise pour effectuer une ou plusieurs de ces tâches, une seule paire de lunettes devrait permettre de répondre à ces exigences, afin que le contrôleur ne doive pas retirer ses lunettes ou changer de lunettes pendant qu'il exécute ses tâches. Des lentilles de contact peuvent être appropriées si elles sont bien tolérées par le sujet.

16.7.2 Il est préférable que l'opticien qui fournit les verres connaisse l'environnement de travail des contrôleurs, surtout en ce qui concerne les distances de travail et l'éclairage ambiant.

Presbytie

16.7.3 Avec l'âge, les contrôleurs se plaignent plus fréquemment de problèmes de vision. Les équipements élaborés d'aujourd'hui exigent des contrôleurs qu'ils travaillent à faible et à moyenne distances et qu'ils passent rapidement de ces distances à la vision à grande distance. Des lunettes de correction spéciales, conçues précisément pour cet environnement de travail, peuvent se révéler nécessaires. Les « demi-lunes », les bifocales ou les multifocales peuvent apporter la solution mais, souvent, elles offrent une correction en vision rapprochée et à distance intermédiaire mais pas à longue distance. Les verres progressifs sont une bonne solution pour beaucoup mais ils peuvent provoquer des distorsions périphériques et il faut souvent plusieurs jours pour s'y familiariser avant de pouvoir les utiliser au travail. Des lentilles correctrices unifocales pour vision rapprochée (lentilles entières d'une seule puissance, appropriée à la lecture) peuvent être admissibles pour certaines fonctions de contrôle de la circulation aérienne (mais pas pour les pilotes). Il convient toutefois de reconnaître que les lentilles correctrices unifocales pour vision rapprochée réduisent sensiblement l'acuité visuelle à distance.

16.8 LATITUDE D'APPLICATION

Dans certains cas spécifiques de contrôleurs ne répondant pas aux normes médicales du Chapitre 6 de l'Annexe 1, il peut être souhaitable d'appliquer la latitude d'application prévue au paragraphe 1.2.4.9. Dans ces cas, à l'instar de ce qui a été dit ci-dessus pour les coronaropathies, la mention suivante peut être portée sur la licence : « sous réserve qu'un autre contrôleur possédant des qualifications analogues se trouve à proximité du titulaire pendant qu'il exerce les privilèges de sa licence ».

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 17. FATIGUE ET OPÉRATIONS AÉRIENNES	III-17-1
17.1 Introduction	III-17-1
17.2 La fatigue en aviation.....	III-17-1
17.3 Hygiène du sommeil.....	III-17-3
17.4 Somnifères	III-17-5
17.5 Mélatonine	III-17-6
17.6 Apnées obstructives du sommeil	III-17-7
17.7 Lectures complémentaires	III-17-9
Appendice 1. Glossaires de termes relatifs à la fatigue	III-17-10
Appendice 2. « Questions souvent posées » concernant les stratégies personnelles de gestion de la fatigue chez les pilotes	III-17-13

Chapitre 17

FATIGUE ET OPÉRATIONS AÉRIENNES

17.1 INTRODUCTION

17.1.1 Traditionnellement, la plupart des médecins-examineurs désignés (MED) jouent un rôle mineur dans la gestion du risque lié à la fatigue pendant des opérations aériennes. Or, la fatigue pose un risque important pour la sécurité aérienne, risque qui semble même gagner en importance. Les MED sont bien placés pour évaluer ses effets sur les titulaires de licence lors des examens médicaux réguliers et pour conseiller des stratégies personnelles d'atténuation de ce risque. Il est aussi possible de leur demander de donner aux exploitants d'aéronefs des conseils sur la façon de prévenir la fatigue.

17.1.2 Les MED doivent bien connaître l'environnement aéronautique, comme le stipule l'Annexe 1 :

1.2.4.5.2 Les médecins-examineurs auront une connaissance et une expérience pratiques des conditions dans lesquelles les titulaires de licences et de qualifications exercent leurs fonctions.

Les MED doivent donc bien comprendre les régimes de travail des équipages (de conduite et de cabine) et des contrôleurs de la circulation aérienne qui sont susceptibles d'affecter les rythmes circadiens et de provoquer de la fatigue.

17.1.3 Le présent chapitre se concentre principalement sur la fatigue des pilotes. Il aborde des stratégies individuelles d'atténuation et ne tente pas de couvrir les aspects de l'atténuation du risque lié à la fatigue qui sont du ressort de la direction, tels que la limitation des périodes de service et la fourniture d'opportunités de repos adéquates. Les éléments indicatifs élaborés à ce sujet à l'attention des autorités de réglementation figurent dans le *Manuel sur les systèmes de gestion des risques de fatigue* de l'OACI (Doc 9966), qui contient aussi une bonne description des aspects pertinents de la science du sommeil et des rythmes circadiens. De plus amples informations peuvent être obtenues dans des manuels standard, tels que ceux qui sont énumérés à la fin de ce chapitre.

17.2 LA FATIGUE EN AVIATION

17.2.1 Les SARP relatives à la fatigue éprouvée par les membres d'équipage sont mentionnées dans l'Annexe 6. L'Amendement 33 à l'Annexe 6 (entré en vigueur en 2009) a introduit des modifications substantielles aux temps de vol, périodes de service de vol, périodes de service et régimes de repos appliqués aux équipages de conduite et de cabine (les équipages de cabine, bien que non visés par les exigences de licence énoncées dans l'Annexe 1, sont également soumis à ces dispositions).

17.2.2 L'Annexe 6 définit la fatigue comme suit : « État physiologique qui se caractérise par une diminution des capacités mentales ou physiques due à un manque de sommeil, à une période d'éveil prolongée, à une phase du rythme circadien ou à la charge de travail (mental et/ou physique), qui peut réduire la vigilance d'un membre d'équipage et sa capacité à faire fonctionner un aéronef en toute sécurité ou à s'acquitter de fonctions liées à la sécurité. »

17.2.3 Deux types de fatigue ont été identifiés : la fatigue « temporaire » et la fatigue « accumulée ». La fatigue temporaire peut être décrite comme une fatigue dissipée par une seule période suffisante de repos ou de sommeil. La fatigue accumulée survient après une récupération incomplète d'une fatigue temporaire au cours d'une période de temps.

17.2.4 Il est spécifié dans l'Annexe 6 :

4.10.1 « L'État de l'exploitant établira des règlements aux fins de la gestion de la fatigue. Ces règlements seront fondés sur des principes et des connaissances scientifiques, le but étant de garantir que les membres d'équipages de conduite et de cabine s'acquittent de leurs fonctions avec un niveau de vigilance satisfaisant. L'État de l'exploitant établira donc :

- a) des règlements concernant des limites applicables aux temps de vol, périodes de service de vol, périodes de service et périodes de repos ;
- b) s'il autorise des exploitants à utiliser un système de gestion des risques de fatigue (FRMS) pour gérer la fatigue, des règlements applicables à un tel système. »

17.2.5 Les dispositions énoncées au paragraphe 4.10.1 ne relèvent généralement pas de la mission d'un MED, à moins que celui-ci ne soit associé, par le biais du Service de délivrance des licences ou de l'exploitant aérien, à l'élaboration de ces règlements.

17.2.6 Les dispositions de l'Annexe 6 (figurant au Supplément A à l'Annexe 6) prévoient des moyens de se prémunir contre la fatigue temporaire et la fatigue accumulée, dans la mesure où elles reconnaissent la nécessité :

- a) de limiter les périodes de service de vol en vue d'éviter ces deux types de fatigue ;
- b) de limiter la période de service durant laquelle des tâches supplémentaires sont remplies, immédiatement avant un vol ou aux escales pendant une série de vols, de manière à éviter une fatigue temporaire ;
- c) de limiter le temps de vol total et les périodes de service au cours de laps de temps spécifiés, afin d'éviter une fatigue accumulée ;
- d) de donner aux membres d'équipage la possibilité d'avoir un repos suffisant pour se remettre d'une fatigue avant le commencement de la période de service de vol suivante ;
- e) de tenir compte des autres tâches connexes que le membre d'équipage peut être appelé à exécuter, de manière à éviter en particulier une fatigue accumulée.

17.2.7 Avant de donner des conseils sur la gestion de la fatigue, les MED doivent bien connaître plusieurs facteurs participant à l'apparition de fatigue chez les membres d'équipage :

Facteurs généraux

- Opportunités de repos et de sommeil
- Âge (la qualité du sommeil diminue à mesure que l'on avance en âge)
- Santé générale (normalement pas un problème chez les membres d'équipage)
- Temps écoulé depuis le réveil
- Type d'activité
 - Physique
 - Cognitive
- Temps passé à effectuer une tâche
- Type de tâche
 - Monotone
 - Intéressante
- Rythme circadien
- Période de la journée
- Médicaments/aides à la vigilance

Facteurs spécifiques aux tâches dans le poste de pilotage

- Nombre de membres d'équipage
- Composition de l'équipage
- État d'acclimatation circadien
- Durée de la période de service précédente
- Durée totale du temps de service
- Opportunité de repos/sommeil avant le vol
- Opportunité de repos/sommeil pendant le vol
- Récupération et sommeil après le vol
- Environnement du poste de pilotage/type d'aéronef.

Par ailleurs, certaines définitions de termes liés à la fatigue données dans l'Annexe 6 sont importantes. Elles sont reproduites, avec des commentaires sur leur utilisation dans la pratique, à l'Appendice 1 au présent chapitre.

17.2.8 La plupart des vols commerciaux comptent deux membres d'équipage de conduite : un commandant de bord et un copilote. Toutefois, pour éviter la fatigue liée à de longs vols, ces effectifs de base peuvent être renforcés par un pilote supplémentaire ou, dans les vols les plus longs pouvant atteindre 20 heures, par un équipage complet, constitué d'un autre commandant de bord et d'un autre copilote. Lorsqu'un ou deux pilotes sont disponibles pour étoffer l'équipage de base, les opportunités de repos pendant le vol sont incluses dans l'horaire des équipages, afin que, à tour de rôle, chacun des membres de l'équipage puisse se reposer. L'aire de repos pendant le vol peut varier, de sièges dans la cabine passagers à un espace indépendant avec couchette. Les temps de repos permettent aussi de casser la monotonie d'un long vol. Une situation similaire permet aux membres d'équipage de cabine de prendre des temps de repos pendant de longs vols.

17.2.9 Les facteurs mentionnés ci-dessus ne peuvent généralement pas être influencés par le MED. Toutefois, le MED devrait surtout bien connaître les aspects de la fatigue pour lesquels il peut donner des conseils qui aient une pertinence directe pour la gestion de la fatigue chez l'individu¹, à savoir l'hygiène du sommeil, l'utilisation de somnifères et de mélatonine et l'identification et le traitement de troubles du sommeil, en particulier des apnées obstructives du sommeil.

17.3 HYGIÈNE DU SOMMEIL

17.3.1 On peut décrire l'hygiène du sommeil comme l'ensemble des habitudes qui favorisent un sommeil normal et dont le non-respect peut avoir une incidence négative sur le sommeil. Dans une certaine mesure, une bonne hygiène du sommeil suit des principes relevant du bon sens, notamment, quelques heures avant d'aller dormir, éviter la consommation de caféine, les exercices intenses et les repas plantureux et ne consommer de l'alcool qu'en très petites quantités. Tout « rituel » précédant le coucher devrait être respecté lorsqu'on n'est pas chez soi, afin de favoriser l'endormissement.

17.3.2 L'alcool réduit le temps d'endormissement et peut donc apparaître comme une méthode utile pour réduire au minimum le risque de fatigue. Or, il a un effet néfaste sur la qualité du sommeil dans les phases ultérieures. Même si rien ne prouve qu'une unité d'alcool affecte les rythmes de sommeil, deux unités retardent le sommeil paradoxal et trois unités ou plus provoquent un réveil précoce. L'alcool n'est donc pas utile en tant que somnifère et, en cas de consommation de plus d'une unité, il est susceptible d'augmenter le risque de fatigue.

¹ Des orientations pratiques pour les équipages concernant la gestion de la fatigue sont fournies dans une « Foire aux Questions », qui peut aussi être utile pour un MED (voir Appendice 2).

17.3.3 Les repos en escale sont généralement de courte durée (moins de trois jours) et il n'est pas recommandé que les membres d'équipage de conduite et de cabine tentent de s'acclimater au fuseau horaire local pour une aussi courte période. Pour certains, la stratégie fructueuse est de « rester réglé sur le fuseau horaire du domicile », c'est-à-dire de maintenir une routine alignée sur le temps du domicile (ou sur le fuseau horaire sur lequel le rythme circadien de l'individu est basé) plutôt que de tenter de s'adapter au fuseau horaire local. Une autre stratégie consiste à adopter un cycle de sommeil pendant les repos en escale qui pousse à dormir immédiatement avant de quitter le lieu de repos pour rejoindre l'aéronef, ce qui peut exiger de réduire le temps de sommeil pendant une période de repos afin de garantir un niveau suffisant de somnolence pour promouvoir le sommeil alors que l'heure de départ approche. Dans ces circonstances, il faut veiller à s'assurer que l'opportunité de repos avant le départ offre des conditions propices à l'endormissement.

17.3.4 Pour des repos en escale plus longs, des membres d'équipage peuvent souhaiter s'acclimater à leur nouveau fuseau horaire. Dans ce cas, ils devraient établir, dès que possible, une routine conforme au cycle jour/nuit local. L'exposition à la lumière du soleil contribue à enclencher des rythmes circadiens conformes à un nouveau fuseau horaire via la suppression de la production de mélatonine (principalement par la glande pinéale). Il peut donc être bénéfique de s'exposer à la lumière vive, idéalement à la lumière du soleil, pendant les heures de veille. Toutefois, cette approche est compliquée parce que l'exposition à la lumière vive doit avoir lieu à un moment spécifique par rapport au cycle circadien d'un individu ; il faut donc demander l'avis d'un spécialiste quant au moment approprié.

17.3.5 Même s'ils se sentent fatigués, lorsqu'ils s'acclimatent au fuseau horaire local, les membres d'équipage devraient tenter d'éviter de dormir pendant les heures de jour locales. S'ils ne peuvent éviter de faire un somme, ils devraient limiter ce somme à deux ou trois heures, afin de faciliter l'endormissement lorsque viennent les heures du coucher normales (nuit locale).

17.3.6 Les membres d'équipage qui éprouvent des difficultés à s'endormir en dehors de chez eux devraient comprendre comment leur rythme circadien peut les aider à dormir durant certaines heures du cycle de 24 heures. Lorsqu'on a un rythme circadien établi, « le coup de pompe d'après déjeuner » continue à se produire pendant environ les deux premiers jours d'exposition à un nouveau fuseau horaire. Il survient au début de l'après-midi du « temps du domicile » et, comme lorsque l'on est chez soi, c'est une période propice à l'endormissement.

17.3.7 Il est quasi inévitable que des sujets qui ont des repos en escale dans un fuseau horaire différent de leur aéroport d'attache éprouvent des difficultés à s'endormir pendant la nuit locale. Ceux qui se réveillent au petit matin peuvent se lever et entreprendre une activité mentale, telle que la lecture, pendant une heure environ, ou moins s'ils sentent le sommeil les gagner plus tôt, avant de tenter de se rendormir. Après une demi-heure au lit, le processus peut être répété si le sujet est resté éveillé.

17.3.8 Les individus montrent des réactions très diverses aux différentes combinaisons de changements de fuseaux horaires, aux vols de nuit, aux opportunités de repos en vol, à la capacité de s'endormir en dehors du domicile, etc. Comme nous l'avons décrit, il existe toute une gamme de mécanismes d'adaptation (et tout un éventail de réponses individuelles à ces mécanismes) et les membres d'équipage devraient être encouragés à se familiariser avec les options disponibles et à choisir celles qui sont efficaces pour eux, personnellement. Certaines compagnies aériennes donnent à leurs membres d'équipage des documents d'information sur les façons d'éviter la fatigue (il peut être utile que le MED en reçoive une copie). Les MED devraient aussi être conscients de l'effet potentiel de l'appréhension/anxiété, des pressions familiales et de la dépression sur la capacité à connaître un sommeil réparateur. Ces facteurs mentaux peuvent avoir une incidence négative sur le sommeil déjà lorsque le sujet est à son domicile, incidence qui sera exacerbée en dehors du domicile. L'importance d'aborder les questions de santé mentale lors de l'examen médical révisionnel est traitée ailleurs dans le présent manuel².

2 Voir la Partie I, Chapitre 2 — Conditions médicales, et la Partie III, Chapitre 9 — Santé mentale.

17.3.9 Malgré l'application des stratégies susmentionnées, certains membres d'équipage peuvent constater qu'ils n'arrivent pas à obtenir un repos suffisant ou de qualité suffisante pour éviter des niveaux inacceptables de fatigue. Les membres d'équipage peuvent alors demander des conseils au MED sur l'utilisation de somnifères.

17.4 SOMNIFÈRES

17.4.1 L'idéal, c'est que les membres d'équipage n'utilisent pas de somnifères. De plus, de mauvais conseils d'un MED sur l'usage de somnifères pourraient compromettre la sécurité aérienne. Néanmoins, il est préférable qu'un pilote prenne son service bien reposé après avoir pris un somnifère autorisé, plutôt que fatigué après avoir mal dormi ou plutôt qu'après la prise d'un somnifère non autorisé qui pourrait être inapproprié pour des membres d'équipage.

17.4.2 Les somnifères ne devraient pas être utilisés systématiquement, même si, de l'avis éclairé du MED, ils sont inévitables. C'est pourquoi, avant de recommander l'usage d'un somnifère, le MED doit prendre le temps de comprendre les propriétés pharmacologiques du somnifère recommandé et le type de vols entrepris par le membre d'équipage. Il faut avoir envisagé toutes les méthodes pertinentes pour améliorer l'hygiène du sommeil avant de recommander un somnifère.

17.4.3 On dispose de peu d'informations sur la fréquence du recours aux somnifères chez les pilotes professionnels. Une enquête de 2010 parmi les pilotes assurant des vols régionaux a révélé qu'environ 14 % utilisaient des somnifères pour les aider à dormir. D'après un autre rapport, de 2004, 19 % des pilotes employés par une grande compagnie aérienne utilisaient occasionnellement des somnifères prescrits. L'usage de ces somnifères était plus fréquent parmi les pilotes âgés (50-60 ans). Ce qui est clair, c'est que les membres d'équipage recourent parfois à des somnifères et que les MED devraient avoir un certain degré de connaissance de l'utilisation de ces médicaments dans l'environnement aéronautique.

17.4.4 Les membres d'équipage de conduite et de cabine qui éprouvent des difficultés à dormir pendant les repos en escale peuvent être tentés d'acheter des somnifères en vente libre dans des pharmacies locales. Dans nombre d'États contractants, des somnifères sont en vente libre, sans guère de contrôle efficace de la part des autorités sanitaires locales. Il faudrait mettre en garde les membres d'équipage contre l'achat de somnifères dans ces conditions et contre leur utilisation sans surveillance médicale, car la qualité et le dosage de ces médicaments sont généralement peu sûrs. En outre, les somnifères recèlent beaucoup d'effets secondaires potentiels, susceptibles de compromettre la sécurité aérienne, de sorte qu'une surveillance médicale est requise pour éviter ces effets ou les gérer. L'expérience a montré que des membres d'équipage qui achètent des somnifères en vente libre peuvent obtenir des produits totalement inappropriés pour l'environnement aéronautique, par ex. des substances à longue durée d'action, dont les effets peuvent se prolonger durant la période de service subséquente.

17.4.5 Tout membre d'équipage qui ressent le besoin de recourir à des somnifères devrait consulter un médecin au courant des horaires de vol des équipages et des défis qu'ils posent. Dans la plupart des cas, les membres d'équipage contacteront d'abord un MED. Celui-ci doit donc être prêt à fournir des conseils avisés. Il pourrait les envoyer chez un spécialiste capable de donner des informations plus pointues sur l'utilisation de somnifères dans l'environnement aéronautique. Sous la supervision d'un MED ayant reçu une formation adéquate à cet égard, les membres d'équipage peuvent se voir prescrire un somnifère pour une courte période. Une limite acceptable serait trois à quatre doses par semaine. Le MED peut choisir de ne pas établir la prescription lui-même mais de recommander l'usage d'un somnifère au membre d'équipage et de discuter du type et du dosage avec le médecin du membre d'équipage de conduite ou de cabine ou avec le responsable médical de la compagnie, qui pourra établir ensuite la prescription. Un responsable médical de la compagnie, qui connaît normalement bien l'environnement opérationnel des équipages travaillant pour sa compagnie, peut souvent fournir des orientations utiles au MED. Le Service de délivrance des licences de l'État devrait fournir des lignes directrices sur l'utilisation de somnifères par les membres d'équipage, lignes directrices que le MED devrait bien connaître car il doit éviter de donner à un membre d'équipage des conseils qui ne soient pas conformes à la politique de ce service. Le consentement préalable du membre d'équipage de conduite ou de cabine concerné sera nécessaire pour que

ses problèmes médicaux personnels soient discutés avec son médecin personnel, le médecin de la compagnie ou le médecin de l'autorité de réglementation.

17.4.6 Le type de somnifère recommandé variera selon que le sujet a besoin d'un inducteur de sommeil ou d'un produit qui agit sur la durée du sommeil. Le premier type est généralement utilisé lorsque des membres d'équipage se plaignent de difficultés à s'endormir, le second, lorsque le sommeil est interrompu par des réveils fréquents. Les somnifères à courte demi-vie peuvent être appropriés pour favoriser l'endormissement et pour des situations où la période de sommeil est censée être courte. Toutefois, il convient de noter que la demi-vie du somnifère n'est pas le seul facteur déterminant la durée d'action. En cas de doute quant à la durée d'action d'un somnifère, mieux vaut recueillir l'avis d'un spécialiste avant de recommander le produit.

17.4.7 Le zaleplon est un exemple de somnifère à courte durée d'action qui a été utilisé efficacement dans des contextes aéronautiques. Par ailleurs, la durée du sommeil peut être favorisée par des somnifères à plus longue durée d'action et à plus longue demi-vie, tels que le temazepam, dont il a été prouvé qu'il agit raisonnablement bien sur la durée du sommeil. Ces deux somnifères se sont révélés efficaces dans l'environnement aéronautique. D'autres médicaments peuvent être utiles dans des circonstances particulières. Le zolpidem est recommandé comme approprié par l'Association de médecine aéronautique et spatiale, moyennant un délai minimum de 12 heures entre l'ingestion et la prise de service. Toutefois, il convient de noter que tous les somnifères potentiellement appropriés ne sont pas disponibles dans tous les États contractants et que leur présentation (par ex. gélules ou comprimés) peut varier, ce qui peut entraîner des différences au niveau des effets. Hommes et femmes peuvent réagir différemment à une dose similaire. En conséquence, il est difficile de donner des conseils précis à l'échelon international. Les différents États doivent donc donner des recommandations spécifiques à leurs MED et à leurs exploitants.

17.4.8 Comme les somnifères peuvent avoir des effets négatifs significatifs, tout médecin qui recommande leur utilisation à des membres d'équipage devrait bien maîtriser la pharmacologie de ces produits et, surtout, bien connaître leur durée d'action. Ce point est particulièrement important lorsque l'on établit une recommandation appropriée pour le délai entre l'ingestion et l'exercice des privilèges de la licence. Une bonne marge de sécurité devrait être prévue, en tenant compte de l'effet de la variation biologique. Dans tous les cas, l'utilisation de somnifères au delà de quelques jours ou sur une base fréquente devrait être fortement découragée, sinon une tolérance et une dépendance peuvent s'installer.

17.4.9 Les membres d'équipage de conduite et de cabine recourant à des somnifères devraient être maintenus sous la surveillance étroite de leur médecin traitant/MED. Lorsqu'un somnifère est utilisé pour la première fois, des examens révisionnels devraient être entrepris dans les premiers temps. Lorsque le délai entre l'ingestion et la prise de service peut n'être que de quelques heures, il est essentiel que tant le médecin qui conseille le somnifère que le membre d'équipage concerné soient bien conscients des effets recherchés, des effets secondaires possibles et de la durée d'action. Comme pour tout médicament mais, en particulier pour les somnifères, il est vital qu'un membre d'équipage teste les effets pendant un essai au sol avant d'utiliser le somnifère en exercice actif, afin de connaître les effets et de s'assurer de l'absence de tout effet secondaire négatif significatif.

17.5 MÉLATONINE

17.5.1 La mélatonine dans sa forme synthétique (exogène) est disponible en tant que « complément alimentaire » dans de nombreux États contractants, même si certains en réglementent la vente, en la soumettant à prescription. Son utilité comme somnifère est discutable et son efficacité pour traiter l'insomnie n'est pas cliniquement prouvée. Certaines recherches ont montré son utilité lorsqu'il s'agit de synchroniser les rythmes circadiens avec un nouveau fuseau horaire. Toutefois, il convient de formuler plusieurs mises en garde avant de conseiller à un membre d'équipage de prendre de la mélatonine, notamment :

1. La mélatonine qui n'est pas de qualité pharmaceutique, c.-à-d. achetée en vente libre comme complément alimentaire, est de qualité inconnue, car les normes élevées requises pour les produits pharmaceutiques ne s'appliquent pas à de tels compléments alimentaires.
2. Pour la même raison que celle qui est exposée au point 1 ci-dessus, la quantité de mélatonine présente dans chaque comprimé n'est pas connue avec précision et peut être différente de celle qui figure sur l'emballage.
3. Il peut y avoir des effets secondaires à long terme.
4. La quantité de mélatonine requise pour synchroniser les rythmes circadiens reste un sujet de recherche.
5. Le moment de la prise de mélatonine est important et pourrait parfois *augmenter* le délai requis pour synchroniser les rythmes circadiens avec l'heure locale. En effet, la phase des rythmes circadiens du sujet peut ne pas être connue, en particulier si, pendant plusieurs jours, différents fuseaux horaires ont été traversés dans des sens différents, comme c'est souvent le cas pour les membres d'équipage. La tendance naturelle du corps à raccourcir ou allonger les rythmes circadiens sous-jacents pour atteindre la synchronisation avec l'heure locale peut alors être contrée par la prise de mélatonine à un moment inapproprié.

17.5.2 En conséquence, l'utilisation de mélatonine n'est généralement pas recommandée pour les équipages. Si la mélatonine est envisagée pour des raisons précises, les membres d'équipage de conduite et de cabine devraient discuter des avantages et des inconvénients avec leur médecin/MED. Si la prise de mélatonine est jugée utile, un produit de qualité pharmaceutique peut être prescrit. Comme pour tout médicament, lors d'un premier usage, il faudrait procéder à un « essai au sol » pendant une période où le membre d'équipage n'est pas susceptible d'être appelé à exercer ses fonctions, afin que tout effet secondaire indésirable puisse être évalué.

17.6 APNÉES OBSTRUCTIVES DU SOMMEIL

17.6.1 Les apnées obstructives du sommeil (AOS) sont une pathologie dans laquelle, pendant le sommeil, les voies respiratoires supérieures sont obstruées en raison de la perte de tonus de la musculature pharyngienne. Cette obstruction peut être complète et entraîner l'arrêt du flux respiratoire (apnée), ou partielle, auquel cas le flux inspiratoire est nettement réduit (hypopnée). On parle d'AOS lorsqu'il y a au moins cinq événements obstructifs (soit des apnées ou des hypopnées) par heure de sommeil. Le syndrome des apnées obstructives du sommeil se définit comme la présence d'AOS avec somnolence diurne. Pendant les apnées et les hypopnées, la difficulté à inspirer provoque le réveil. La mauvaise qualité du sommeil est ensuite la cause de la somnolence diurne.

17.6.2 Les AOS sont à la fois courantes et sous-diagnostiquées dans la population générale et parmi les équipages et elles engendrent une fatigue similaire à celle générée par d'autres causes. Bien qu'il ne soit pas aisé de trouver des données sur la prévalence parmi les équipages de conduite, d'après un spécialiste, les AOS seraient présentes chez environ 3 % de la population de pilotes professionnels d'âge moyen. Les médecins-examineurs doivent donc garder cette pathologie à l'esprit et savoir comment elle peut être identifiée, car beaucoup de sujets qui en sont atteints ne sont pas diagnostiqués ni traités pour les AOS. Une somnolence diurne excessive, une difficulté à se concentrer, un taux inhabituellement élevé d'accidents de la circulation et l'altération des tâches motrices nécessitant des qualifications sont systématiquement associés à des AOS modérées et sévères. Le diagnostic d'un spécialiste, généralement avec évaluation dans une clinique du sommeil, mène à un traitement qui consiste souvent à porter un dispositif de ventilation en pression positive continue (PPC — voir ci-dessous) pendant le sommeil. Les membres d'équipage traités pour des AOS ne reconnaissent généralement l'étendue de leur perte de performance qu'après remédiation fructueuse par traitement.

17.6.3 Les AOS sont aussi associées à un risque accru de coronaropathie, d'hypertension et d'AVC, bien que les débats se poursuivent pour ce qui est de savoir si le lien est causal ou secondaire à l'obésité, souvent concomitante. Vu ce lien, beaucoup de cliniques du sommeil établissent un profil de risque cardiovasculaire pour les patients.

17.6.4 Les facteurs de risque d'AOS incluent le vieillissement, l'obésité, l'hypothyroïdie et des antécédents familiaux d'AOS. Le diabète de type 2 augmente aussi le risque, probablement en tant que phénomène secondaire à l'obésité. La plupart des patients reçus en clinique du sommeil sont nettement en surpoids, mais pas tous. De plus, la majorité des personnes atteintes d'AOS importantes ronflent à un niveau qui est commenté par leur partenaire, qui signale généralement être inquiet des épisodes d'apnée. Des questions spécifiques posées au partenaire peuvent être utiles si le médecin-examineur soupçonne un problème d'AOS. Il est à noter que quelques individus atteints d'AOS sévères aspirent si peu d'air avant de bloquer qu'ils ne ronflent pas autant que d'autres sujets moins gravement atteints. Toutefois, ils peuvent avoir des antécédents de ronflements sévères ayant ensuite diminué. Les ronflements sévères sont un indice solide d'AOS. La somnolence diurne, en tant que symptôme, est aussi un marqueur assez sensible, mais il se peut qu'elle ne soit pas signalée à un MED. À ce propos aussi, il peut être utile de poser des questions spécifiques.

17.6.5 Il existe, en outre, un groupe qui affirme ne ressentir aucune somnolence durant la journée mais qui obtient des notes très faibles sur l'échelle de somnolence d'Epworth³, soit 0 — 3 (alors que la note maximale normale est d'environ 9), et a aussi des AOS significatives.

17.6.6 Il n'est pas rare de rencontrer une pathologie distincte mais liée, dans laquelle le patient a des antécédents de ronflements sévères mais, à l'examen de son sommeil, on ne détecte pas d'indices d'AOS alors qu'il est somnolent durant la journée et répond bien aux dispositifs de ventilation en pression positive continue (PPC). Cette pathologie est désignée sous le nom de « syndrome de haute résistance des voies aériennes supérieures ».

17.6.7 La ventilation en PPC est le traitement de choix pour les sujets atteints du syndrome d'AOS, parce qu'elle est extrêmement efficace chez ceux qui la tolèrent. La plupart des patients symptomatiques qui ont été évalués avec précision et ont un bon ajustement de leur interface (masque et harnais) tolèrent bien le dispositif. Toutefois, certains ne le supportent pas et on peut alors envisager le port d'une gouttière (orthèse d'avancée mandibulaire). Par le passé, la plupart pensaient qu'une gouttière n'avait de chances de donner des résultats que dans les cas légers d'AOS, mais certains spécialistes ont constaté que quelques patients ne tolérant pas la ventilation PPC répondaient bien au port d'une gouttière. Tous les sujets atteints d'AOS ne doivent pas obligatoirement avoir un dispositif de ventilation PPC, mais ceux qui préfèrent porter une gouttière doivent passer des examens révisionnels pour prouver que leurs AOS sont maîtrisées sans ventilation PPC.

17.6.8 Le diagnostic des AOS doit être envisagé chez les membres d'équipage qui sont en surpoids, ont un diabète de type 2, ont des antécédents de ronflements et se plaignent d'une somnolence diurne excessive. Tout pilote qui s'est endormi dans le poste de pilotage en dehors d'une période de repos planifiée doit faire l'objet d'examen. En cas de doute, il faut le soumettre au questionnaire d'Epworth. Le procédé suivant constitue une méthode d'identification des AOS que le MED peut appliquer.

Procédé d'identification des apnées obstructives du sommeil

Le MED pose les deux questions suivantes :

« Ronflez-vous avec une intensité qui gêne une personne dormant dans la même pièce ? »

« Avez-vous tendance à vous endormir ou à somnoler à des moments inappropriés ? »

3 Échelle de somnolence d'Epworth : Mesure de la somnolence diurne qui attribue des notes chiffrées aux réponses à huit questions concernant la probabilité qu'un individu dorme pendant différentes activités telles que regarder la télévision, être assis en train de parler à quelqu'un. Publiée pour la première fois en 1991, elle a reçu le nom du département des troubles du sommeil de l'Epworth Hospital, Melbourne, Australie. Tous droits réservés par Murray W. Johns, médecin australien, 1937-.

Un test basé sur l'échelle d'Epworth devrait être entrepris si la réponse à l'une de ces deux questions est positive, *ou* si le candidat :

- a) a une circonférence de cou supérieure à 43 cm (17 in) ; ou
- b) a un indice de masse corporelle supérieur à 30.

17.6.9 Tous les membres d'équipage ayant un résultat de 10 ou plus à l'échelle d'Epworth ou qui ont des antécédents faisant penser à des AOS ou à un syndrome AOS devraient être jugés temporairement inaptes et envoyés dans une clinique du sommeil ou chez un médecin spécialisé approprié, pour un examen de leur sommeil. Vu le risque cardiovasculaire lié à cette pathologie, les facteurs de risque habituels devraient être évalués et traités. La plupart des membres d'équipage atteints d'AOS significatives, et certainement ceux qui souffrent du syndrome AOS, devraient être traités avec un dispositif de ventilation PPC et devraient recevoir des conseils appropriés pour les aider à perdre du poids. Une fois qu'une ventilation PPC satisfaisante a été établie et prouvée par la réduction de la somnolence diurne et l'absence de ronflements pendant le traitement, une reprise de fonctions peut normalement être autorisée. Si une importante perte de poids ne peut être obtenue, le traitement par ventilation PPC sera probablement requis à vie. Un suivi dans une clinique du sommeil peut être requis pour garantir l'efficacité du traitement.

17.6.10 Les apnées obstructives du sommeil ne sont pas la seule cause d'hypersomnolence diurne. Le syndrome des jambes sans repos, la narcolepsie, l'hypersomnolence idiopathique, l'inversion des phases de sommeil, une mauvaise hygiène du sommeil et des perturbations du sommeil dues à la dépression ou à une douleur devraient être envisagés chez les patients qui souffrent d'hypersomnolence mais ont des examens du sommeil normaux. Les individus somnolents, même en l'absence de facteurs de risque d'AOS, doivent être évalués.

17.7 LECTURES COMPLÉMENTAIRES

Caldwell, J.A., et al., and Aerospace Medical Association Aerospace Fatigue Countermeasures Subcommittee of the Human Factors Committee, "Fatigue countermeasures in aviation," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, January 2009, Vol. 80, No. 1, pp. 29-59.

Petrie, K.J., et al., "Fatigue self-management strategies and reported fatigue in international pilots," *Ergonomics*, 15 April 2004, Vol 47, No. 5, pp. 461-68.

Rainford D.J. and D.P. Gradwell, (eds.), *Ernsting's Aviation Medicine*, 4th ed., Hodder Arnold, London, 2006.

Appendice 1

GLOSSAIRE DES TERMES RELATIFS À LA FATIGUE

Base d'affectation. Lieu désigné par l'exploitant où le membre d'équipage commence et termine normalement une période de service ou une série de périodes de service.

Circonstance opérationnelle imprévue. Événement non planifié (intempérie soudaine, anomalies de fonctionnement de l'équipement, retard dû au trafic aérien, etc.), indépendant de la volonté de l'exploitant.

Équipage de conduite renforcé. Équipage de conduite dont les membres sont plus nombreux que le minimum requis pour manœuvrer l'aéronef. Chaque membre d'équipage peut ainsi quitter son poste désigné pour bénéficier d'un temps de repos pendant lequel il sera remplacé par un autre membre d'équipage dûment qualifié.

Exploitant. Personne, organisme ou entreprise qui se livre ou propose de se livrer à l'exploitation d'un ou de plusieurs aéronefs.

Fatigue. État physiologique qui se caractérise par une diminution des capacités mentales ou physiques due à un manque de sommeil, à une période d'éveil prolongée, à une phase du rythme circadien ou à la charge de travail (mental et/ou physique), qui peut réduire la vigilance d'un membre d'équipage et sa capacité à faire fonctionner un aéronef en toute sécurité ou à s'acquitter de fonctions liées à la sécurité.

Heure de prise de service. Heure à laquelle l'exploitant exige que les membres d'équipage de conduite et de cabine se présentent pour commencer leur service.

Membre d'équipage de cabine. Membre d'équipage qui exécute, dans l'intérêt de la sécurité des passagers, des tâches attribuées par l'exploitant ou par le commandant de bord de l'aéronef, mais qui ne jouera pas le rôle de membre d'équipage de conduite.

Membre d'équipage de conduite. Membre d'équipage titulaire d'une licence, chargé d'exercer des fonctions essentielles à la conduite d'un aéronef pendant le temps de vol.

Mise en place. Transfert d'un membre d'équipage qui n'est pas en service, d'un endroit à un autre, comme passager, sur instruction de l'exploitant.

Note.— La « mise en place » est ici synonyme de « voyage sur le temps de l'employé ».

Période de repos. Période de temps définie et ininterrompue qui précède et/ou suit le service, pendant laquelle un membre d'équipage de conduite ou de cabine est dégagé de tout service.

Remarque : La définition de la période de repos requiert que les membres d'équipage soient dégagés de tout service aux fins qu'ils récupèrent de leur fatigue. La façon dont la récupération se fait relève de la responsabilité du membre d'équipage de conduite ou de cabine. Des périodes de repos prolongées devraient être accordées régulièrement. Les périodes de repos ne devraient pas comporter de périodes de « réserve/astreinte » si les conditions de la réserve/astreinte ne permettent pas aux membres d'équipage de récupérer de la fatigue. Un « poste de repos adéquat » (voir ci-dessous) au sol est requis dans les lieux où les périodes de repos sont prises, afin de permettre une récupération efficace.

Période de service. Période qui commence au moment où un membre d'équipage de conduite ou de cabine est tenu par l'exploitant de se présenter pour le service ou de prendre son service et qui se termine au moment où il est dégagé de tout service.

Période de service de vol. Période qui commence au moment où un membre d'équipage de conduite ou de cabine est tenu de se présenter pour le service, qui comprend un vol ou une série de vols et qui se termine au moment où l'avion s'immobilise et après l'arrêt des moteurs à la fin du dernier vol sur lequel il assure des fonctions de membre d'équipage.

Remarque : La définition d'une période de service de vol est destinée à couvrir une période de service continue, qui comprend toujours un vol ou une série de vols pour un membre d'équipage de conduite ou de cabine. Elle inclut toutes les tâches qu'un membre d'équipage peut être appelé à effectuer à partir du moment où il se présente pour le service jusqu'à ce qu'il termine le vol ou la série de vols, avec immobilisation de l'aéronef et arrêt des moteurs. Il est estimé nécessaire qu'une période de service de vol soit soumise à des limites parce que les activités des membres d'équipage de conduite ou de cabine sur de longues périodes finiraient par engendrer de la fatigue — temporaire ou accumulée — ce qui pourrait compromettre la sécurité d'un vol.

Une période de service de vol n'inclut pas la période de déplacement depuis le domicile jusqu'à l'endroit où le membre d'équipage doit se présenter pour la prise de service. Il incombe au membre d'équipage de se présenter pour le service dans un état suffisamment reposé.

Le temps passé à la mise en place sur ordre de l'exploitant fait partie d'une période de service de vol lorsque ce temps précède immédiatement (c.-à-d. sans période de repos intermédiaire) une période de service de vol à laquelle cette personne participe en qualité de membre d'équipage.

Les États et les exploitants doivent reconnaître qu'il incombe à un membre d'équipage de refuser d'autres services de vol lorsqu'il souffre d'un niveau de fatigue de nature à compromettre la sécurité aérienne.

Remarque : Une définition légèrement différente d'un « vol » s'applique aux aéronefs à voilure tournante.

Poste de repos adéquat. Chambre meublée permettant de se reposer de façon satisfaisante.

Réserve/astreinte. Période définie d'attente à l'aéroport, à l'hôtel ou à la maison, pendant laquelle un membre d'équipage de conduite ou de cabine est tenu, par l'exploitant, d'être disponible sur appel pour accomplir une tâche donnée, sans pouvoir disposer entre-temps d'une période de repos.

Service. Toute tâche qu'un membre d'équipage de conduite ou de cabine est tenu par l'exploitant d'accomplir, y compris, par exemple, le service de vol, les tâches administratives, la formation, la mise en place et la réserve si elle est susceptible de causer de la fatigue.

Remarque : Tout le temps passé en service peut engendrer de la fatigue chez les membres d'équipage et devrait donc être pris en considération lors de l'organisation de périodes de repos permettant une récupération. La « réserve/astreinte » peut être incluse comme temps de service si elle est susceptible d'induire de la fatigue.

Système de gestion des risques de fatigue (FRMS). Moyen dirigé par des données qui permet de surveiller et de gérer en continu les risques de sécurité liés à la fatigue, basé sur des principes et des connaissances scientifiques ainsi que sur l'expérience opérationnelle, qui vise à faire en sorte que le personnel concerné s'acquitte de ses fonctions avec un niveau de vigilance satisfaisant.

Tableau de service. Liste fournie par un exploitant pour indiquer les périodes de service d'un membre d'équipage.

Note. — L'expression « tableau de service » est ici synonyme de « calendrier », « horaire », « répartition » et « rotation ».

Temps de vol — avions. Total du temps décompté depuis le moment où l'avion commence à se déplacer en vue du décollage jusqu'au moment où il s'immobilise en dernier lieu à la fin du vol.

Note.— « Temps de vol » tel que défini ici est synonyme de l'expression « temps de cale à cale » ou « temps bloc » dans l'usage courant, qui est le temps compté à partir du moment où un aéronef commence à se déplacer en vue du décollage jusqu'à ce qu'il s'arrête à la fin du vol.

Remarque : Une définition légèrement différente s'applique aux aéronefs à voilure tournante.

— — — — —

Appendice 2

« QUESTIONS SOUVENT POSÉES » CONCERNANT LES STRATÉGIES PERSONNELLES DE GESTION DE LA FATIGUE CHEZ LES PILOTES

1. Comment puis-je prédire quand je suis le plus susceptible d'être fatigué ?

Votre niveau de fatigue en quelque moment que ce soit d'une période de service est influencé par plusieurs facteurs principaux :

- le temps écoulé depuis votre dernière longue période de sommeil : plus il est long, plus vous êtes susceptible d'être fatigué.
- le temps de service : plus il est long, plus vous êtes susceptible d'être fatigué.
- le moment de la journée (selon votre horloge biologique) : voir ci-dessous.

D'autres facteurs entrent également en ligne de compte, notamment votre charge de travail pendant le service, des facteurs environnementaux (tels que la température, le bruit, etc.) et l'éventualité que vous ayez déjà été en manque de sommeil avant votre prise de service. Ce dernier facteur est important et vous devrez peut-être gérer vos activités avant une prise de service, afin de garantir que vous soyez suffisamment reposé.

L'effet de la plupart de ces facteurs est raisonnablement évident, mais le « moment de la journée » mérite quelques explications :

2. Comment fonctionne mon horloge biologique ? Est-elle importante ?

La plupart des fonctions physiques et mentales varient tout au long des 24 heures que compte une journée et la plupart de ces fonctions, mais en particulier les fonctions mentales, sont à leur point le plus bas entre 0100 et 0500, soit durant la période où l'on doit naturellement se sentir le plus somnolent. Ces rythmes quotidiens, dits « circadiens » (terme signifiant « relatif à une journée ») sont contrôlés par des substances chimiques du cerveau qui sont régulées par l'exposition à la lumière du soleil. Il convient de noter qu'une seconde période de somnolence survient durant la journée, vers le milieu de l'après-midi. Cette dernière période de somnolence est parfois appelée « coup de pompe d'après déjeuner », même si elle survient que l'on ait déjeuné ou pas. Lorsque vous traversez des fuseaux horaires, l'ajustement de votre « horloge biologique » à l'heure locale prend quelques jours, voire plus lorsque vous traversez de nombreux fuseaux. Si vous n'êtes loin de votre base d'affectation que pour deux ou trois jours, vous pouvez considérer votre horloge biologique comme encore à l'heure de votre base. Cela signifie que vos périodes de somnolence naturelles correspondront au créneau 0100-0500 et au milieu de l'après-midi du fuseau horaire de votre base d'affectation. Ce sont ces heures-là que vous devriez cibler pour dormir.

3. Puis-je m'entraîner à réduire mes besoins de sommeil ?

Non. Le seul remède efficace contre la fatigue est le sommeil. Bien que la quantité de sommeil requise par jour varie d'une personne à l'autre, nous ne pouvons supporter des déficits de sommeil pendant de longues périodes sans compromettre notre performance et la sécurité. Un manque de quelques heures de sommeil par nuit provoque une altération significative de la performance après deux ou trois jours.

4. Que puis-je faire pour m'aider à m'endormir ?

Choix du moment : la période de sommeil doit être prise de façon à ce qu'elle coïncide avec les périodes de somnolence naturelles, susmentionnées. S'il s'agit d'une sieste, prévoyez-la pour la période de somnolence de l'après-midi.

Lumière : il faut occulter la pièce, à l'aide de tentures opaques ou d'oculaires ou avec les deux.

Bruit : utilisez des bouchons d'oreille, avec ou sans « bruit blanc » de fond (comme un ventilateur ou le conditionnement d'air), pour masquer les bruits externes susceptibles de vous gêner.

Température : la plupart des gens dorment mieux si la température est proche de 21°C.

Anxiété : veillez à ce que des réveils fiables soient programmés de façon à vous réveiller à temps. Veillez à ne pas être pressé par le temps et à avoir une période de « relaxation » après toute activité stressante avant votre coucher.

Exercices physiques : une bonne condition physique est un avantage et l'exercice peut améliorer le sommeil, mais n'entreprenez pas de séances prolongées et vigoureuses d'exercices aérobiques dans les deux heures précédant le coucher.

Stimulants : évitez la caféine, le tabac (et la nourriture) quelques heures avant de vous coucher. La caféine peut mettre de 4 à 6 heures pour disparaître de votre système.

Alcool : bien que l'alcool puisse vous aider à vous endormir, il perturbe le cycle de sommeil normal du cerveau et provoque un sommeil agité. Toute consommation d'alcool au delà d'un verre peut altérer votre sommeil.

Anticipation : suivez une routine ou un rituel avant de vous coucher. Si vous dormez pendant la journée, la routine devrait être identique à votre routine normale pour la nuit ; cela donne au cerveau une anticipation du sommeil.

Régime alimentaire : mangez avant de faire la sieste pour éviter de vous réveiller parce que vous avez faim, mais évitez de manger trop (> 20 % des besoins énergétiques quotidiens) une à deux heures avant l'épisode principal de sommeil.

5. Les siestes sont sûrement une mauvaise idée, vu que je me sens plus mal après ?

Les siestes peuvent avoir un effet important sur la restauration de la vigilance et sur l'amélioration de la sécurité. Même après 10 minutes, une sieste peut apporter une amélioration de la vigilance et contribuer à maintenir la performance, même si ces améliorations ne peuvent pas être maintenues indéfiniment. Veuillez noter que des siestes de plus de 45 minutes provoquent une sensation de somnolence au réveil, appelée « inertie du sommeil », qui peut altérer votre performance pendant au moins 20 minutes. Méfiez-vous de cet effet.

Certains États autorisent les pilotes à faire la sieste dans le poste de pilotage (on parle alors souvent de « repos contrôlé au poste de pilotage ») ; dans ce cas, les règlements des États et les procédures des compagnies aériennes mentionnent cette procédure. Généralement, ces règlements imposeront des restrictions quant au moment où ce repos peut être pris et à la durée dudit repos, formuleront des exigences au sujet du briefing préalable et du passage subséquent de relais, et fixeront des limites aux tâches qui peuvent être entreprises par le pilote qui ne fait pas la sieste. Ils aborderont aussi des mesures visant à vérifier l'état d'éveil du pilote qui ne fait pas la sieste et, dans certains cas, il peut être obligatoire de signaler l'événement.

6. Qu'en est-il des somnifères ?

En tant que membre d'équipage vous ne devriez utiliser des somnifères que sur avis d'un médecin qui comprend les considérations médicales liées à l'environnement aéronautique. Dans certains pays, les pilotes ne sont pas autorisés à utiliser de telles médications dans les 24 heures qui précèdent le vol. Les médicaments doivent être d'un type approuvé et doivent être pris conformément à la posologie prescrite. Comme les somnifères peuvent déclencher une accoutumance, ils ne devraient jamais être pris plus de trois à quatre fois par semaine. Le délai requis entre la prise d'un comprimé de somnifère et la présentation pour le service (pour garantir l'absence d'effets persistants) dépend du somnifère utilisé et requiert l'avis d'un médecin spécialisé en médecine aéronautique. Comme pour tout médicament, un essai au sol, c.-à-d. quand vous ne devez pas prendre le service ensuite, doit être effectué avant de prendre le somnifère avant un vol, afin de garantir l'absence d'effets secondaires indésirables. Des somnifères ne doivent jamais être pris en même temps que de l'alcool. N'utilisez pas de somnifères en vente libre lorsque vous êtes à l'étranger.

7. La mélatonine ne permet-elle pas de surmonter le décalage horaire ?

La mélatonine est une hormone qui est produite la nuit par le cerveau et qui régule les rythmes circadiens du corps. Des études ont montré que la prise de mélatonine peut contribuer à synchroniser les rythmes circadiens avec un nouveau fuseau horaire. Toutefois, pour des membres d'équipage de conduite ou de cabine, il n'est très souvent pas possible ni souhaitable de s'adapter à l'heure locale. Dans ces cas, la mélatonine n'est généralement pas utile. De plus, la mélatonine peut avoir des effets différents selon votre horloge biologique. Si vous traversez plusieurs fuseaux horaires, en prendre au mauvais moment peut aggraver la situation. Toutefois, elle peut parfois être utile pour se réadapter au retour à la base d'affectation. Veuillez noter qu'il n'est pas recommandé d'acheter des comprimés de mélatonine dans un magasin local, sans prescription, car la qualité de ces comprimés et la quantité d'ingrédient actif qu'ils contiennent sont généralement inconnues. Vous ne devriez utiliser de la mélatonine que sur avis d'un médecin qui comprend les considérations médicales liées à l'aviation et si la qualité de la mélatonine prescrite peut être garantie.

8. Qu'en est-il de la caféine et d'autres stimulants ?

La caféine peut maintenir l'état de veille, mais la plupart des gens l'utilisent si régulièrement qu'une grande partie de son efficacité est perdue en raison de l'accoutumance. Si vous voulez sérieusement utiliser de la caféine pour rester éveillé, ne l'utilisez que quand elle est nécessaire pour rester éveillé et évitez de l'utiliser à d'autres moments. Sachez qu'il peut falloir de 4 à 6 heures pour que l'effet stimulant s'estompe. Veuillez noter que des stimulants (y compris des comprimés de caféine) ne devraient être utilisés que sur prescription d'un spécialiste de la médecine aéronautique.

9. Le problème ne pourrait-il être résolu si les horaires de vol étaient bien conçus ?

L'interaction entre la fatigue et le sommeil est compliquée et varie d'une personne à l'autre. Dans les opérations de vols commerciaux, il existe de nombreux horaires différents et leurs effets sur les rythmes circadiens sont difficiles à prévoir de façon fiable chez un individu. C'est un domaine qui demande une étude scientifique détaillée. De plus, même les meilleurs efforts pour établir des horaires de vol bien conçus peuvent être contrecarrés par des événements et des retards imprévus. Vous devriez vous informer à ce sujet et appliquer les principes à vos propres circonstances pour élaborer vos propres stratégies d'adaptation.

10. Pourquoi certaines personnes utilisent-elles un dispositif de ventilation pour les aider à dormir ?

Plusieurs pathologies peuvent affecter le sommeil. L'une d'elles est appelée « apnées du sommeil », ce qui signifie littéralement que la respiration s'arrête pendant le sommeil. Lorsque la respiration s'arrête pendant un certain temps, les niveaux d'oxygénation du cerveau baissent jusqu'à ce que l'individu se réveille légèrement ; cela peut avoir des effets nocifs, notamment un niveau élevé de somnolence diurne. Comme ce problème peut se développer lentement et que la fatigue est courante dans les opérations aériennes, la personne atteinte peut ne pas en être consciente. Si vous vous sentez plus fatigué la journée que des collègues ayant des horaires similaires, surtout si vous êtes en surpoids et que vous ronflez, vous devriez interroger votre médecin sur les apnées du sommeil.

La personne qui dort avec un individu atteint d'apnées du sommeil aura probablement plus conscience de la situation que l'individu lui-même. Si votre partenaire vous signale que votre respiration s'arrête de façon répétée pendant plusieurs secondes pendant que vous dormez, vous devriez le signaler à votre spécialiste de la médecine aéronautique, afin que des tests soient entrepris, ce qui implique généralement que vous deviez passer une nuit dans une clinique du sommeil, où vos cycles de respiration seront surveillés. Si l'on découvre que vous souffrez d'apnées du sommeil, vous recevrez probablement un dispositif de ventilation PPC pour vous donner plus d'oxygène pendant votre sommeil ; ce traitement réussit quasi dans 100 pour 100 des cas et n'a normalement aucune incidence sur la délivrance d'un certificat médical d'aptitude.

11. Quelle est la chose la plus importante que je puisse faire ?

Dormir ! Bien que les stimulants tels que la caféine puissent être bénéfiques à court terme, le seul remède réel à la fatigue est le sommeil. Accordez la priorité à un bon repos pendant la journée qui précède une nuit de service. Veillez à utiliser les meilleures techniques pour bien dormir la nuit avant une prise de service, mais aussi à faire des siestes supplémentaires quand c'est possible. Devenez des spécialistes de la sieste. Un peu de sommeil vaut toujours mieux que pas de sommeil du tout.

PARTIE IV

PATHOLOGIE AÉRONAUTIQUE

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 1. FACTEURS MÉDICAUX DANS LES ENQUÊTES SUR LES ACCIDENTS D'AVIATION.....	IV-1-1
1.1 Introduction	IV-1-1
1.2 Généralités	IV-1-2
1.3 Planification en prévision de catastrophes.....	IV-1-3
1.4 Reconstitution	IV-1-4
Les circonstances et les causes de l'accident.....	IV-1-4
Ergonomie et survie.....	IV-1-4
Identification	IV-1-5
1.5 Statut du pathologiste — Liaison avec l'investigateur en chef.....	IV-1-5
Opérations à effectuer sur les lieux de l'accident	IV-1-6
Opérations à effectuer à la morgue	IV-1-6
Équipement	IV-1-7
Travail d'équipe à la morgue	IV-1-7
1.6 Examens de laboratoire ultérieurs.....	IV-1-10
Histologie.....	IV-1-10
Toxicologie	IV-1-11
Biochimie post mortem	IV-1-13
1.7 Interprétation et valeur des indices relevés par le pathologiste	IV-1-13
Détermination des causes de la mort de chacune des victimes	IV-1-13
Nature, cause et chronologie des blessures.....	IV-1-14
Recherche des maladies ou d'autres causes ayant pu compromettre l'efficacité de membres de l'équipage de conduite.....	IV-1-14
Indices à tirer de l'examen des passagers et de l'équipage de cabine.....	IV-1-15
1.8 Dispositions à prendre pour restituer les restes et les objets personnels des victimes	IV-1-16
1.9 Corrélation avec l'examen de l'épave de l'aéronef.....	IV-1-16
Le poste de pilotage	IV-1-16
La cabine des passagers.....	IV-1-17
1.10 Autres aspects de l'investigation médicale des facteurs humains.....	IV-1-17
Antécédents médicaux et personnels de l'équipage de conduite — État de santé physique et mentale avant l'accident.....	IV-1-17
Problèmes propres à un vol spécifique.....	IV-1-18
Rôle du médecin dans un accident non mortel.....	IV-1-19
1.11 Récapitulation.....	IV-1-20
Lectures conseillées	IV-1-21
Supplément A. Soutien d'un laboratoire spécialisé dans les accidents d'aviation	IV-1-22

Chapitre 1

FACTEURS MÉDICAUX DANS LES ENQUÊTES SUR LES ACCIDENTS D'AVIATION

1.1 INTRODUCTION

1.1.1 Le présent chapitre du Manuel médical vise à guider, de manière générale, l'examineur médical désigné comme membre de l'équipe d'enquête sur un accident d'aviation. Il indique comment les spécialistes en médecine aéronautique, en pathologie et en ergonomie peuvent participer utilement à une enquête sur un accident et quelles tâches ils peuvent accomplir. Il complète les éléments indicatifs sur la conduite d'enquêtes en conformité avec l'Annexe 13 à la Convention relative à l'aviation civile internationale — *Enquêtes sur les accidents et incidents d'aviation*.

1.1.2 Les normes et pratiques recommandées concernant les enquêtes sur les accidents d'aviation qui figurent dans l'Annexe 13 ont été adoptées par le Conseil de l'OACI, conformément aux dispositions de l'article 26 de la Convention : elles représentent les procédures que les États contractants doivent suivre pour mener leurs enquêtes sur les accidents mortels ou qui provoquent des lésions corporelles graves. Le Chapitre 5 de l'Annexe 13 à la Convention traite de l'enquête et fait aussi mention du *Manuel d'enquêtes sur les accidents et incidents d'aviation* (« Manuel AIG », Doc 9756 de l'OACI).

1.1.3 L'enquête menée sur un accident d'aviation a essentiellement pour objet de déterminer les faits, les conditions et les circonstances de l'accident, afin que des mesures appropriées puissent être prises pour éviter que le même accident ne se reproduise et pour éliminer les facteurs qui l'ont provoqué. Un autre but, tout aussi important, consiste à déterminer les faits, les conditions et les circonstances relatifs à la survie ou à la mort des occupants et à la résistance à l'impact de l'aéronef.

1.1.4 L'objet principal de l'enquête sur les facteurs humains consiste à obtenir des indices (liés à la chronologie, à la cause et aux effets de l'accident), grâce à un examen de l'équipage de conduite, de l'équipage de cabine et des passagers. L'enquête fera automatiquement apparaître des indices sur l'identification des victimes — surtout si chaque examen est réalisé en collaboration avec un Groupe d'experts sur les facteurs humains composé de spécialistes en médecine aéronautique, de pathologistes et d'experts en ergonomie.

1.1.5 L'enquête menée sur un accident d'aviation constitue une tâche hautement spécialisée qui ne doit être confiée qu'à un personnel bien formé aux techniques d'enquête et possédant une bonne connaissance pratique de l'aéronautique et un haut degré de compétence dans sa spécialité. Pour répondre à son objet, l'enquête doit être convenablement organisée, exécutée, coordonnée et dirigée par un personnel qualifié. Il est indispensable de déterminer, dès le début, l'ampleur de la tâche et le champ d'application des investigations techniques, de façon à prévoir l'effectif de l'équipe d'investigateurs, à trouver du personnel ayant les aptitudes requises et à assigner les diverses tâches à ce personnel.

1.1.6 L'investigateur en chef — ou, dans certains pays, la commission d'enquête — est chargé d'organiser et de mener l'enquête, de veiller à sa bonne marche et de coordonner les activités de tout le personnel qui y participe. L'investigateur en chef doit étudier tous les indices à mesure qu'ils se présentent et, d'après les premiers indices, il prendra les décisions qui détermineront l'ampleur et le détail de l'enquête. Il est évident que l'ampleur et le détail précis d'une enquête spécifique dépendent de la nature de l'accident et, parfois aussi, des sources de renseignements dont on dispose.

1.1.7 L'investigateur en chef devrait, si nécessaire, instituer des groupes de travail, qui s'occuperont des divers aspects de l'enquête. Le système de groupes décrit dans le Manuel AIG s'est révélé excellent lorsqu'il s'agit d'effectuer des investigations techniques approfondies en cas de grands accidents. Toutefois, la décision d'adopter une telle organisation dépend de l'ampleur et de la complexité de la tâche, de la nature de l'accident et de la qualité des investigateurs dont on dispose. Le lieu de l'accident peut également être un facteur déterminant. L'objet principal du système de groupes est d'établir les faits concernant un accident en utilisant les connaissances spécialisées et l'expérience pratique que les participants ont de la construction et de l'utilisation de l'aéronef accidenté, ainsi que des installations et services fournis à l'aéronef avant l'accident. Ce système permet aussi d'éviter d'accorder trop d'importance à un seul aspect de l'accident, en négligeant d'autres aspects qui pourraient être importants pour l'enquête ; il permet également, lorsqu'il est possible d'établir un fait donné par plusieurs méthodes, de veiller à utiliser toutes ces méthodes et à en coordonner les résultats. Ainsi, pour mener à bien l'enquête, il peut être nécessaire de s'assurer la coopération de tout ou partie des groupes suivants : exploitation, météorologie, services de la circulation aérienne, dépositions de témoins, enregistreurs de bord, comptes rendus d'entretien, spécialistes des cellules et des installations motrices, médecine aéronautique, facteurs humains, évacuation, recherches et sauvetage, lutte contre l'incendie. Le rôle de ces différents groupes est exposé en détail dans le Manuel AIG. Il ne faut pas oublier que les questions médicales et relatives aux facteurs humains qui se présentent pendant l'enquête sont tout aussi importantes que les questions étudiées par les autres groupes de l'équipe d'enquête. L'investigateur en chef doit donc diriger et surveiller les travaux des spécialistes de la médecine aéronautique et des psychologues participant à l'enquête, de la même manière qu'il conduit les autres aspects de l'enquête.

1.2 GÉNÉRALITÉS

1.2.1 Il incombe au Groupe des facteurs humains de mener les investigations sur les aspects médicaux, sur les lésions provoquées par un accident et sur la survie des occupants, afin de déterminer les circonstances et la cause de l'accident. Le Groupe des facteurs humains — ou Groupe médical — se préoccupera :

- a) d'établir l'existence d'un trouble physique ou psychologique qui pourrait avoir contribué à empêcher l'équipage de conduite de remplir correctement ses fonctions ;
- b) de découvrir tout facteur spécifique de l'environnement qui aurait pu avoir les mêmes effets ;
- c) de rechercher, dans les antécédents médicaux, paramédicaux et psychologiques de l'équipage de conduite, des éléments qui pourraient indiquer ou expliquer une diminution de sa capacité fonctionnelle ou de son efficacité ;
- d) d'identifier les membres de l'équipage de conduite et, le cas échéant, de l'équipage de cabine, et l'endroit où ils se trouvaient au moment de l'accident, en examinant leurs blessures et leurs activités au moment de l'impact.

1.2.2 L'enquête sur les aspects biotechniques visera notamment à établir un rapport entre les dégâts subis par la structure du poste de pilotage ou de la cabine, l'orientation des sièges, l'assujettissement des harnais, etc. et à identifier des facteurs susceptibles d'avoir influencé l'évacuation de l'aéronef et la façon dont les personnes ont quitté l'aéronef. L'efficacité des moyens de survie sera aussi examinée. Le tableau général des blessures peut fournir des indices valables sur le déroulement des événements, voire sur la cause de l'accident.

1.2.3 L'idée selon laquelle un accident peut avoir été précipité par le fait que le pilote ou d'autres membres de l'équipage de conduite étaient moins efficaces que d'ordinaire (bien que ne souffrant ni d'une maladie organique, ni d'une intoxication due à des médicaments) et selon laquelle ce facteur aurait pu jouer un rôle important dans l'accident, ou l'avoir provoqué, est plutôt vague et probablement difficile à confirmer. Cette question sera sans doute la moins épineuse à résoudre dans une enquête sur un accident non mortel, à la suite duquel l'équipage peut être interrogé et

soumis à un examen médical, ou lorsque l'enregistreur de conversations du poste de pilotage et l'enregistreur des données de vol ont pu être récupérés et sont exploitables. En ce qui concerne les aspects biotechniques, l'enquête sur un accident non mortel est aussi plus aisée parce que les blessures sont moins nombreuses et moins graves que dans le cas d'un accident mortel et parce que leurs causes précises, ainsi que la manière dont elles ont été produites, sont plus évidentes. Pour mener l'enquête sur les facteurs humains d'un accident non mortel, il est indispensable de faire appel à un spécialiste de la médecine aéronautique. La plupart des États disposent de tels spécialistes.

1.2.4 Le cas de l'accident où il n'y a pas de survivants est sensiblement différent. Les problèmes qui se posent alors peuvent être résolus par déduction et c'est au médecin légiste qu'il faudra, de préférence, confier le soin de les aborder et de les résoudre. Rares sont les médecins légistes qui ont une grande expérience des enquêtes sur les accidents d'aviation, car ceux-ci posent des problèmes très différents de ceux qu'ils rencontrent dans l'exercice habituel de la médecine légale. La compétence dans ce domaine est, pour une large part, le fruit de l'expérience personnelle. Chaque État contractant devrait désigner un nombre relativement restreint de pathologistes, dont l'un pourrait être chargé de participer aux investigations toutes les fois qu'un accident mortel se produirait sur le territoire de son pays : une telle mesure permettrait de créer une réserve de ces spécialistes pour l'avenir. Un nombre considérable d'articles ont été publiés dans la presse spécialisée et plusieurs ouvrages spécialisés seront d'une aide précieuse aux pathologistes qui n'ont pas l'expérience de ce genre de travail. (Voir la liste de lectures conseillées à la fin du présent chapitre.) Un certain nombre d'États organisent des stages d'une durée variable pour les médecins désireux de se spécialiser dans les enquêtes sur les accidents d'aviation.

1.2.5 Le présent chapitre a pour objet de résumer l'intérêt que peuvent présenter les enquêtes médicales sur les accidents d'aviation et d'exposer en détail certaines des mesures importantes qu'il y a lieu de prendre pour aborder les divers aspects de cette tâche. Une partie du texte est reprise du Manuel AIG, lorsque le sujet est rédigé à l'intention des enquêteurs qui n'appartiennent pas au corps médical ; le reste du chapitre contient des éléments qui intéressent plus directement les médecins appelés à participer à une enquête.

1.3 PLANIFICATION EN PRÉVISION DE CATASTROPHES

Selon que l'accident survient à un gros avion ou à un petit avion, l'importance accordée aux indices relatifs aux facteurs humains sera plus ou moins marquée. Dans les deux cas, ces indices ne prendront toute leur valeur que si les autorités aéronautiques et les équipes d'enquêteurs ont réalisé une planification préalable. Un ou plusieurs des médecins ou des pathologistes spécialisés en médecine aéronautique affectés aux enquêtes sur les accidents d'aviation seront probablement invités à apporter leur concours à cette planification préalable. Celle-ci devra être conçue en fonction de la plus grande catastrophe possible ; si l'accident n'est pas très grave, il suffira d'utiliser une partie seulement des moyens disponibles. Les questions dont il convient de se préoccuper sont précisées, dans leur détail, dans le Manuel AIG, ainsi que dans les sections à venir du présent chapitre, mais peuvent se résumer comme suit :

- a) accident grave, mais non mortel : il convient de prévoir les moyens de sauvetage et les installations hospitalières nécessaires ainsi que l'interrogatoire et l'examen de l'équipage, pour déterminer les facteurs médicaux et psychologiques éventuels ; on procédera de même avec l'équipage et les passagers, pour déterminer les blessures et leurs causes, ainsi que la manière dont ils ont pu s'échapper et survivre ;
- b) accident catastrophique : l'organisation à prévoir en cas de catastrophe comprendra une formation sur la manière de localiser et de retrouver les corps, une morgue et des installations frigorifiques, ainsi que la mise sur pied d'une équipe médicale d'investigateurs travaillant en liaison avec un secrétariat ou une commission d'identification.

1.4 RECONSTITUTION

Les circonstances et les causes de l'accident

1.4.1 Les membres d'équipage ou les passagers survivants peuvent fournir certains indices médicaux pour la reconstitution des circonstances de l'accident. Toutefois, pour l'essentiel, les indices médicaux pour la reconstitution des circonstances de l'accident sont tirés de l'autopsie des victimes de l'accident.

1.4.2 Dans les accidents mortels survenus à des aéronefs légers, c'est l'examen du pilote qui sera sans doute le plus utile. Dans ce cas, les investigations médicales devraient avoir pour but de déterminer ou d'exclure l'existence d'une maladie et sa contribution possible à l'accident, et de mettre en évidence une éventuelle absorption d'alcool, de médicaments ou de substances toxiques comme cause possible de l'accident. Cependant, dans les avions légers à double commande, rien ne permet d'affirmer qu'un « passager » ne pilotait pas l'aéronef. De plus, l'examen toxicologique des tissus des passagers peut confirmer des indices révélés par l'examen du corps du pilote, tels que des taux anormalement élevés de monoxyde de carbone.

1.4.3 Du fait de la présence de deux pilotes au moins dans le poste de pilotage des gros aéronefs, il y a moins de risques qu'une incapacité du pilote résultant d'une maladie ou de l'absorption de médicaments entraîne un accident très grave. Cette affirmation n'est toutefois pas tout à fait vraie lorsque l'accident se produit au cours d'une phase critique du vol, telle que le décollage ou l'atterrissage. Néanmoins, le pathologiste pourra souvent juger bon de rechercher plus spécialement des indices de circonstances susceptibles d'affecter l'équipage tout entier, notamment la présence de monoxyde de carbone ou d'autres émanations nocives dans le poste de pilotage. Il devra aussi chercher à infirmer ou à confirmer la possibilité d'un acte criminel, tel qu'une intervention illicite dans l'utilisation de l'aéronef. Un examen complet des membres d'équipage de conduite peut donner des indices précieux sur la personne qui était aux commandes de l'avion au moment de l'accident. À cet égard, l'identification présente un intérêt technique direct pour l'enquêteur, en dehors de l'intérêt judiciaire.

1.4.4 Toutefois, dans un très grave accident mortel, il est possible d'obtenir des indices du personnel de cabine et des passagers. Le présent chapitre a notamment pour but d'illustrer les raisons pour lesquelles il ne faut pas laisser passer cette occasion. Un examen complet, surtout lorsqu'il peut se fonder sur l'expérience, peut révéler des indices sur le déroulement des événements, la phase du vol et le degré d'urgence prévu. La nature des blessures peut donner des indications précises sur le genre d'accident : incendie en vol, rupture en vol, décélération brusque ou progressive à l'impact, etc. ; l'examen des passagers peut être le meilleur moyen de prouver qu'un sabotage est la cause de l'accident.

Ergonomie et survie

1.4.5 Les investigations relatives aux facteurs humains peuvent apporter des indices médicaux très précieux en ce qui concerne l'ergonomie ou la survie. Ces indices présenteront autant d'intérêt dans le cas des accidents mortels que dans celui des accidents non mortels, mais, là encore, leur importance variera selon qu'il s'agit d'un gros ou d'un petit aéronef.

1.4.6 Dans le cas d'un petit aéronef, l'examen portera généralement sur le ou les pilotes. Toutefois, que l'aéronef soit gros ou petit, il faut tenir compte de facteurs tels que la pertinence du type de harnais utilisé, l'existence ou le manque d'autres équipements de sécurité et les blessures que pourraient causer les commandes, les instruments et d'autres structures du poste de pilotage.

1.4.7 Dans le cas d'un accident survenu à un aéronef de transport, il est inévitable que l'on s'intéresse aussi aux passagers. Le Groupe des facteurs humains recherchera des indices de blessures causées par la structure des sièges, dotés ou non de harnais de sécurité suffisants, et par l'effet balistique des objets qui se trouvent dans la cabine. On recueillera également des indices médicaux ou pathologiques qui révéleront si les allées, les issues et le matériel de survie sont suffisants.

Identification

1.4.8 Il est évident que, pour être utile, l'interprétation des conclusions relatives aux facteurs humains est subordonnée à une identification exacte des victimes. L'identification est donc, au premier chef, un instrument d'investigation, mais elle revêt également une importance majeure dans les domaines médico-légal et judiciaire. Le chef du Groupe des facteurs humains doit penser à l'utilisation éventuelle à des fins médico-légales des indices qui pourraient être relevés par les membres de son groupe, en particulier par le pathologiste. Le Groupe des facteurs humains devra donc travailler tout spécialement en coordination avec les autorités locales ou nationales, notamment en ce qui concerne l'identification des victimes. Il faut tenir compte de ces besoins au moment de la planification préalable et au cours des investigations. Toutefois, il n'y a pas conflit d'intérêts : les investigations et l'identification sont interdépendantes, comme le reconnaît l'Annexe 13. Dans les sections suivantes du présent chapitre, elles sont étudiées dans le cadre des mêmes rubriques, notamment :

- a) les opérations à effectuer sur les lieux de l'accident ;
- b) les opérations à effectuer à la morgue ;
- c) les indices à tirer de l'examen pathologique ;
- d) l'examen des antécédents médicaux de l'équipage et, s'il y a lieu, l'interrogatoire des membres d'équipage et des passagers survivants.

1.5 STATUT DU PATHOLOGISTE — LIAISON AVEC L'INVESTIGATEUR EN CHEF

1.5.1 L'investigateur en chef mettra à la tête du Groupe des facteurs humains un spécialiste de la médecine aéronautique ayant une expérience des investigations sur les accidents d'aviation. Lorsqu'il y a des morts, il désignera aussi un pathologiste ; l'idéal serait que celui-ci ait une expérience de la pathologie aéronautique ou, tout au moins, de la médecine légale pour procéder à l'autopsie complète de toutes les victimes. Si le pathologiste a une expérience de la pathologie aéronautique, il est très possible qu'il soit nommé chef du Groupe des facteurs humains, mais cette désignation dépendra du type d'accident et d'autres considérations relatives aux facteurs humains. En cas d'accident mortel, les investigations sont en général plus difficiles que lorsqu'il n'y a pas de morts et c'est la raison pour laquelle le présent chapitre insiste sur le rôle du pathologiste. Au cas où il n'y aurait pas de pathologiste aéronautique disponible dans l'État qui procède à des investigations sur un très grave accident mortel, l'investigateur en chef devrait envisager de demander à d'autres États de lui fournir le ou les spécialistes nécessaires.

1.5.2 L'idéal est que le pathologiste désigné soit en possession d'un dossier complet avant de commencer l'examen : il devrait prendre connaissance du détail des circonstances de l'accident, des antécédents médicaux et des dossiers personnels de l'équipage de conduite, se familiariser avec la disposition intérieure du poste de pilotage et de la cabine des passagers du type d'aéronef considéré, et procéder à un examen complet des lieux de l'accident avant d'examiner les corps, mais cela n'est presque jamais possible. Dans la plupart des accidents d'aviation mortels, les impératifs sont tels que l'examen et l'enlèvement des corps doivent être effectués le plus rapidement possible, en évitant tout retard inutile. Il faut faire vite pour bien des raisons, l'exemple extrême étant celui d'une zone tropicale où l'on ne dispose pas d'installations frigorifiques.

1.5.3 Une méthode qui a été jugée pratique consiste, pour l'investigateur en chef, à faire au pathologiste, dès le début des investigations techniques, un bref exposé sur les caractéristiques les plus marquantes de l'accident et à l'informer des présomptions que l'on peut avoir quant à la nature de l'accident. Il n'est pas nécessaire que cet exposé soit long ou détaillé ; l'objet est uniquement d'inciter le pathologiste à s'attacher plus spécialement, au cours de l'examen complet auquel il procédera normalement, à la recherche d'indices qui pourraient confirmer ou infirmer

d'autres indices dont l'investigateur en chef pourrait déjà disposer. Au cours des investigations, il convient que le pathologiste confère fréquemment avec le chef du Groupe des facteurs humains ou avec l'investigateur en chef, selon le cas. Le pathologiste peut ainsi se tenir au courant de la situation et tirer profit des renseignements qui peuvent avoir une incidence sur son travail ; réciproquement, il peut rendre compte du résultat de ses recherches pour orienter éventuellement les membres des autres groupes. Tel est le principe du système des groupes, qui ne saurait fonctionner que si l'équipe des facteurs humains joue pleinement le rôle qui lui est dévolu.

Opérations à effectuer sur les lieux de l'accident

1.5.4 Les autorités ont des vues différentes sur la mesure dans laquelle le pathologiste doit intervenir personnellement dans les opérations à effectuer sur les lieux de l'accident. Il doit, bien entendu, être au courant de tout ce qui doit y être fait et des indices que d'autres que lui auront probablement recueillis ou préservés. Il lui appartiendra d'utiliser ces indices et de les comparer avec ses propres conclusions. Ces opérations sont analysées dans le Manuel AIG.

1.5.5 Comme ce manuel le donne à entendre, l'idéal serait probablement que le pathologiste se rende dès que possible sur les lieux de l'accident — surtout dans le cas d'un accident qui a fait beaucoup de victimes. Le pathologiste a toujours tout avantage à connaître depuis le début la situation générale qui se présente sur les lieux de l'accident. Grâce à sa présence et à l'intérêt qu'il manifesterait, il y a de bonnes chances pour que les procédures (définies au Chapitre 18 du Manuel AIG), qui ont essentiellement pour objet de préserver tous les indices pouvant présenter un intérêt pour l'enquête médicale, soient effectivement appliquées avec soin et d'une manière satisfaisante.

Opérations à effectuer à la morgue

1.5.6 Que le pathologiste se rende ou non sur les lieux de l'accident, qu'il y travaille ou non, il doit bien connaître les installations de la morgue locale, car c'est là qu'il remplira la partie la plus importante de ses fonctions de pathologiste. Il est donc fort souhaitable que les autorités qui doivent prendre les dispositions voulues en prévision d'une catastrophe aérienne reçoivent les conseils d'un pathologiste sur les questions traitées au Chapitre 18 du Manuel AIG, notamment lorsqu'il s'agira de savoir si les bâtiments offerts pour servir de morgues principales ou provisoires conviennent à leur objet et de décider des méthodes propres à les y adapter.

1.5.7 Les opérations à effectuer à la morgue comprennent tant la recherche d'indices intéressant l'enquête sur l'accident que l'identification des corps. La plupart des médecins et, a fortiori, tous les pathologistes connaissent les principes généraux d'identification des corps. Ces principes sont exposés à l'intention des investigateurs qui ne sont pas médecins, dans le Manuel AIG, au Chapitre 18 et dans l'appendice subséquent.

1.5.8 Il est difficile, voire impossible, de concevoir le formulaire parfait pour documenter quelque chose d'aussi variable que les constatations découlant de l'examen d'un corps provenant d'un accident d'aéronef. Il est nécessaire de consigner les détails d'un corps concernant son identification, la cause et les circonstances de la mort. Vu les nombres sans cesse croissants de personnes pouvant être tuées dans un accident, il est opportun de réduire le plus possible le nombre de formulaires pour chaque corps, de réduire leur complexité et de fournir des formulaires qui peuvent être utilisés et maniés facilement. Ces formulaires devraient être à la fois simples et complets et doivent être appropriés quel que soit l'état du corps (en grande partie intact et totalement habillé, ou nu et partiellement désintégré). En conséquence, tout formulaire utile dans un accident d'aviation doit être un compromis entre un document de plusieurs pages énumérant de façon exhaustive toute caractéristique susceptible de devoir être consignée avec un large espace pour sa description et, à l'autre extrême, un papier tout simple avec un minimum de titres, reportant sur l'examineur la charge de se souvenir de tout détail auquel il faudrait porter attention et qu'il faudrait consigner. L'Organisation internationale de police criminelle, OIPC-INTERPOL, a conçu un formulaire pour l'identification des victimes de catastrophes, qui est disponible en anglais, en français, en espagnol et en arabe. Il peut être téléchargé à partir du site web d'INTERPOL (voir la liste de lectures conseillées).

Équipement

1.5.9 Il n'a pas été jugé utile d'énumérer, dans le présent chapitre, la liste des instruments et de l'équipement qui servent à l'autopsie des corps. Seul du matériel courant est requis et le pathologiste appelé à participer à l'enquête sur un accident d'aviation veillera à ce que les instruments de son choix soient mis à sa disposition.

Travail d'équipe à la morgue

1.5.10 Dans un souci d'efficacité, il y a tout intérêt à ce que les opérations effectuées à la morgue soient réalisées en équipe, l'équipe se composant du personnel chargé de mener les investigations et de personnel judiciaire. Ces deux groupes devraient coopérer et concerter leurs efforts. Il est préférable que le pathologiste dirige l'équipe puisque l'examen des corps relève manifestement, au premier chef, de sa compétence. La marche à suivre sera définie étape par étape, dans l'ordre logique des événements.

1.5.11 Le pathologiste doit choisir les corps à examiner en premier lieu parmi les restes qui sont conservés dans la morgue provisoire. Le travail est souvent facilité si l'examen porte d'abord sur les corps complets et faciles à identifier, puis sur les corps complets mais méconnaissables ou sur les restes constituant plus de la moitié d'un corps ; les membres détachés du tronc et les fragments de corps seront examinés les derniers. On ne saurait trop insister sur le fait qu'en se bornant à examiner une seule catégorie de blessures, on risque d'en tirer des déductions fortement inexactes. Les restes retenus pour examen seront ensuite transférés et exposés sur la table de la morgue et le conteneur dans lequel ils ont été transportés sera inspecté pour vérifier qu'il ne contient pas de débris ou de tissus humains qui auraient pu se détacher au cours du transfert.

1.5.12 La série de numéros utilisés pour étiqueter les restes humains sur les lieux de l'accident ne correspondra pas au nombre total des victimes lorsque les corps sont très mutilés et fragmentés. L'expérience a montré qu'il convient, en de tels cas, d'utiliser une nouvelle série distincte de numéros pour numéroter les corps ; en pareille circonstance, la première chose à faire lorsque le corps est placé sur la table de la morgue est de lui attribuer un nouveau numéro. Il faut décider dès le début s'il est nécessaire d'adopter cette procédure et, lorsqu'elle est adoptée, il faut prendre des notes et des photographies dès que le corps a été renuméroté, de façon qu'un lien puisse être établi entre les numéros des restes, l'emplacement où ils ont été découverts et le nouveau numéro attribué au corps.

1.5.13 À ce stade, outre une photographie générale montrant les deux étiquettes du corps, il conviendra de prendre autant de photographies qu'on le jugera nécessaire pour l'identification ou pour conserver une trace des dommages ou des caractéristiques inhabituelles des vêtements (taches, par exemple) qui peuvent revêtir de l'intérêt pendant l'enquête sur l'accident. Il est rare que l'on puisse déceler des caractéristiques dont l'importance éventuelle est évidente dès ce stade, mais c'est un bon principe que de prendre trop de photographies plutôt que pas assez et de rédiger des notes aussi complètes que la charge de travail le permettra.

1.5.14 En deuxième lieu, on dépouillera les corps de leurs vêtements et de leurs objets personnels, qui seront examinés et catalogués. Les bijoux et les autres objets personnels seront naturellement préservés pour plus ample examen avant d'être remis à la famille de la victime ; il pourra être nécessaire de préserver d'autres articles à titre d'indices. Une grande partie de ce travail doit servir à l'identification. Il est souhaitable d'examiner et de préserver des fragments de vêtements caractéristiques, les marques de blanchissage, les griffes de confectionneurs, etc. Toutefois, le pathologiste, de son côté, souhaitera examiner les vêtements avant, pendant et après la mise à nu des corps, pour y chercher des indices importants pour l'enquête sur l'accident ; il s'agira, en général, de taches ou de dégâts anormaux pouvant être rapprochés avec des lésions corporelles et ayant éventuellement une cause suspecte : un engin explosif dans le cas d'un sabotage, par exemple.

1.5.15 Le pathologiste procédera alors à un examen externe attentif du corps dévêtu. Il observera et consignera toutes les caractéristiques extérieures qui pourraient faciliter l'identification du corps. Il pourra effectuer une évaluation générale des blessures, en s'attachant tout spécialement à celles qui lui sembleront inhabituelles. Toutes celles qui

pourraient avoir été provoquées par des fragments d'engin explosif seront examinées avec un soin tout particulier et des échantillons seront prélevés autour de la blessure et à l'intérieur de celle-ci pour permettre de rechercher ultérieurement des indices de traces. La méthode de préservation de ces échantillons dépendra de ce que l'on cherche. C'est ainsi que, si un corps présente de nombreuses perforations minuscules qui auraient pu être produites par de petits éclats de métal, il conviendra d'exciser les tissus autour de plusieurs de ces éclats. Les échantillons prélevés aux fins de la réalisation d'examen histologiques seront conservés dans une solution isotonique de formol à 10 %¹, ceux qui sont destinés à une étude métallurgique seront congelés. Si un corps présente une blessure qui semble avoir été causée par une arme à feu tirée à bout portant, il vaudrait mieux congeler les tissus excisés du pourtour de la blessure pour pouvoir analyser plus tard les dépôts chimiques que la peau aurait pu recueillir. Il va sans dire que, en pareil cas, l'on recherchera le projectile qui aurait pu se loger profondément dans les tissus et qu'il est préférable de faire une radiographie avant de commencer ces recherches.

1.5.16 C'est à ce stade que se pose le problème des radiographies. Leur utilisation dépendra de la disponibilité d'appareils appropriés et de techniciens. Si les moyens le permettent, l'idéal serait de radiographier le corps complet de toutes les victimes. Ces radiographies permettraient de conserver en permanence la trace de tous les dommages osseux importants et de déceler la présence éventuelle de corps étrangers métalliques inattendus. Ces corps étrangers peuvent aussi faciliter l'identification. Pour les enfants, l'examen radiographique portera spécialement sur les centres d'ossification. Si le pathologiste ne dispose pas sur place des moyens radiologiques nécessaires, il peut être amené à insister pour que certains des corps, ou même tous, soient tout de même radiographiés. La décision dépendra de l'importance qu'il attache à chaque cas d'espèce. S'il y a de fortes présomptions de sabotage, les radiographies joueront un rôle très important. Lorsque l'identification présente des difficultés ou risque d'en présenter, il est important de disposer de radiographies car celles-ci peuvent être les seules sources d'indices.

1.5.17 Une fois que le pathologiste a achevé l'examen externe des mains et de la tête, il doit laisser la police relever les empreintes digitales et le dentiste examiner les mâchoires et les dents. Il passera alors à l'autopsie, quitte à examiner la boîte crânienne en dernier, pour laisser au dentiste le temps de finir son travail. Ces détails sont sans importance car une équipe apprend très vite à adopter un rythme et des automatismes de travail en commun.

1.5.18 L'autopsie pourra être plus ou moins complète : c'est au pathologiste qu'il appartient d'en décider, en fonction de la charge totale de travail, de l'identité probable du corps (membre de l'équipage de conduite, membre de l'équipage de cabine ou passager) et des instructions qu'il aura reçues de l'investigateur en chef. À titre indicatif, on considère en général que, pour toutes les victimes, il faut au minimum :

- a) établir la cause de la mort ;
- b) déceler toute maladie grave qui aurait pu influencer sur l'espérance de vie du sujet ;
- c) évaluer la force et la direction de la décélération en fonction des blessures relevées sur :
 - 1) le système cardiovasculaire, le foie et le diaphragme ;
 - 2) la tête, le sternum, la colonne vertébrale et le bassin ;
- d) prélever des échantillons pour déterminer la teneur en carboxyhémoglobine ;
- e) prélever des échantillons de poumon en vue d'une estimation de la durée de l'agonie.

1.5.19 Si le corps est, ou pourrait être, celui d'un membre de l'équipage de conduite, des prélèvements de tous les principaux organes devraient être effectués pour examen histologique ultérieur. Il faut notamment prélever le cœur

1 Solution isotonique de formol : solution à 10 % de formol dans une solution aqueuse de NaCl à 0,9 % utilisée comme solution de fixation pour les préparations histologiques et histochimiques.

tout entier ou, au minimum, un échantillon très important de myocarde sur le septum interventriculaire et les parois ventriculaires. Tous ces échantillons devront être conservés dans une solution isotonique de formol à 10 %.

1.5.20 Il faudrait également prélever des échantillons de tissus aux fins d'examens toxicologiques (médicaments, alcool et carboxyhémoglobine). Il convient de noter qu'une intoxication au monoxyde de carbone à partir des gaz d'échappement est peu probable dans le cas de motorisations par turbine à gaz, mais beaucoup plus probable si l'aéronef est équipé de moteurs à piston. La possibilité que les tissus produisent de l'alcool après la mort entraîne la nécessité de prélever des échantillons qui permettront au mieux de déceler une telle production. Si l'on peut s'en procurer, l'urine se prête parfaitement au dosage de l'alcool. On effectuera aussi, si cela est possible, des prélèvements de sang du cœur et de deux veines profondes, à deux sites périphériques. Lorsque les mutilations ne permettent pas de recueillir du sang ni de l'urine, il est souvent possible de prélever un échantillon d'humeur vitreuse ou de bile. Le liquide céphalo-rachidien se prête aussi à la recherche de l'alcool, mais il est très rare que l'on puisse s'en procurer lorsqu'il est impossible de prélever des échantillons d'autres fluides corporels. En l'absence d'échantillons de liquides, on prélèvera des fragments de muscles sur trois parties du corps très éloignées les unes des autres. On conservera les échantillons liquides dans une solution de fluorure de sodium à 1 %. Les échantillons de tissus solides doivent être congelés.

1.5.21 Il se peut que les échantillons d'urine, de sang et de muscle suffisent aussi pour l'examen toxicologique pratiqué en vue de déceler la présence éventuelle de médicaments. Toutefois, lorsque l'on recueille des échantillons destinés à de telles analyses, il est souhaitable de préserver au moins 200 g de tissu hépatique intact. Il est souhaitable aussi de conserver un rein entier et au moins un lobe des poumons, surtout si l'on ne dispose ni de sang ni d'urine, car les tissus de ces organes fourniront le sang voulu pour l'analyse chromatographique (phase gazeuse et phase liquide). Tous ces échantillons devront être congelés.

1.5.22 Les bocaux de verre sont trop lourds et trop encombrants pour la préservation des nombreux échantillons prélevés au cours des autopsies qui suivent un accident d'aviation majeur. Il est recommandé de placer les échantillons destinés à l'examen histologique dans des sacs de plastique. Ils devront être d'épaisseur normale ou renforcés et hermétiquement fermés. Un format normalisé de 25 x 36 cm convient pour la plupart des échantillons et élimine la nécessité de stocker des sacs de plusieurs dimensions. Ces sacs de plastique pourront aussi être utilisés pour les échantillons destinés à l'examen toxicologique, mais il convient de noter que les substances volatiles peuvent traverser le plastique. Il est donc nécessaire de conserver les échantillons destinés à la détection d'alcool ou d'autres substances volatiles dans des récipients de verre, qui seront remplis à ras bord, si possible, pour réduire au minimum tout contact avec l'air.

1.5.23 Une fois achevé l'examen de tous les corps complets et de tous les restes qui constituent plus de la moitié d'un corps, il faudra passer à l'examen des fragments. On ne négligera pas la possibilité de découvrir, dans une partie démembrée d'un corps, des indices importants pour l'enquête sur l'accident. D'une façon générale, l'examen des fragments servira surtout à établir le décompte définitif des victimes et à l'identification individuelle d'un fragment de grande dimension. Étant donné que des indices permettant de déterminer l'identité peuvent se trouver dans une partie du corps distincte, le corps tout entier pourra être identifié si les divers fragments peuvent être associés par comparaison anatomique.

1.5.24 Lorsque l'équipe de la police judiciaire et les pathologistes ont terminé leur examen détaillé, ont constitué un dossier reprenant toutes les constatations, ont étiqueté et conservé soigneusement tous les indices matériels aux fins de consultations futures et d'examens ou analyses de laboratoire ultérieurs, les corps peuvent être placés dans des cercueils et, si c'est indispensable, embaumés. Toutefois, il est souhaitable de ne pas se défaire des corps avant la fin de toutes les opérations de pathologie associées à l'enquête et à l'identification de toutes les victimes de l'accident. Au cas où il serait nécessaire d'examiner à nouveau les corps, il faudra que les cercueils puissent, au besoin, être rouverts.

1.5.25 L'identification exacte des corps examinés par le pathologiste peut être indispensable à l'interprétation de ses conclusions dans le contexte de l'enquête sur l'accident. Le témoignage médical du pathologiste peut, dans bien des cas, apporter une contribution importante à l'identification. Certaines autorités tiennent à ce que le pathologiste participe à l'évaluation de tous les indices concernant l'identité des corps et indique si, à son avis, ces indices sont

concluants. Il serait toutefois superflu de revenir ici en détail sur la contribution des autres spécialistes dans ce domaine, puisque cette question est examinée au Chapitre 18 du Manuel AIG. Ce Chapitre 18 du Manuel AIG et l'Appendice subséquent donnent des conseils sur les moyens les plus rapides de comparer les dossiers avec, éventuellement, le concours du pathologiste.

1.6 EXAMENS DE LABORATOIRE ULTÉRIEURS

Histologie

1.6.1 La réalisation d'examens histologiques sur les tissus des victimes d'accident d'aviation se justifie pour de nombreuses raisons, notamment la détection d'une pathologie :

- a) indiquant la présence, chez des membres d'équipage, d'une maladie à l'origine ou ayant contribué à la survenue de l'accident ;
- b) ayant une relation avec la survie ou le décès ;
- c) donnant une indication éventuelle de l'usage de médicaments par l'intermédiaire des réactions des tissus fixés ;
- d) corroborant des indices de transformation structurelle profonde comme la putréfaction ou la fermentation avec croissance bactérienne produisant de l'éthanol ou le faisant disparaître ;
- e) donnant une indication quant à la prévalence d'une maladie aux fins de recherches futures.

1.6.2 Il faut veiller à obtenir des échantillons bien étiquetés des principaux organes, ainsi que des prélèvements bien documentés concernant des lésions spécifiques ou des parties du corps où il y a eu changement de structure. Il est extrêmement important que les descriptions soient précises. Tous les prélèvements doivent immédiatement être placés dans une solution isotonique de formol tamponnée à 10 % en vue de la conservation.

1.6.3 Une description exhaustive du domaine général de l'histologie sortirait du cadre de la présente section, mais il faut cependant souligner la nécessité de prélever des échantillons sur des parties ou organes spécifiques du corps.

1.6.4 Il convient d'effectuer des coupes sériées des principaux vaisseaux cardiaques pour détecter la présence d'une maladie obstructive. De même, la détection d'une cardiomyopathie exige des coupes cardiaques multiples.

1.6.5 L'examen histologique du foie peut révéler une variété d'états allant de la stéatose hépatique à la cirrhose. Les modifications microscopiques de cet organe peuvent également constituer la seule indication d'un abus d'éthanol ou de l'usage de médicaments.

1.6.6 L'embolisation pulmonaire peut donner des renseignements vitaux sur la capacité de survie et le moment de la mort. La présence de suie dans les voies aériennes et dans les alvéoles indiquera une survie dans les cas d'incendie après écrasement.

1.6.7 Des prélèvements doivent être effectués sur tous les principaux organes, mais aussi, automatiquement, si l'on soupçonne une anomalie quelconque, y compris une tumeur.

Toxicologie

1.6.8 Un examen toxicologique adéquat des échantillons de tissus et de liquides prélevés sur les victimes d'accidents d'aviation exige une recherche minutieuse visant à établir la présence de médicaments prescrits, en vente libre ou illicites, de substances d'usage social et d'abus de telles substances, de polluants et de toxines, et aussi à détecter et mettre en évidence des changements structurels, comme la production d'éthanol par fermentation après l'écrasement. L'idéal est que les analyses soient de portée générale et que leur sensibilité soit au niveau thérapeutique et sous-thérapeutique. Comme les traumatismes physiques sont souvent très importants, l'examen toxicologique fournira peut-être la seule preuve de l'existence d'états pathologiques pouvant produire une incapacité subtile ou soudaine (hypertension, épilepsie, etc.).

1.6.9 Les examens doivent, si possible, être réalisés par un laboratoire central de référence qui aura établi des méthodes spécifiques pour les accidents d'aviation, par opposition aux examens médico-légaux généraux (voir le Supplément A).

1.6.10 Pour que les examens soient utiles, une variété de tissus et de liquides sont nécessaires. Les forces d'impact étant élevées, les liquides ne sont souvent pas disponibles, mais des quantités suffisantes de sang provenant de trois sources différentes, de l'urine stérile d'une vessie non percée, de la bile et de l'humeur vitrée, sont toutes très utiles au toxicologue. Les analyses communément effectuées sur les tissus hépatiques et les liquides normalement disponibles sont les suivantes :

Sang

1.6.11 Analyses qualitatives et quantitatives :

- a) détection d'éthanol ;
- b) détection d'autres alcools, solvants, carburants, liquides hydrauliques, etc. ;
- c) détection de monoxyde de carbone ;
- d) détection d'acide cyanhydrique ;
- e) détection de delta-9-THC (tétrahydrocannabinol) et de ses métabolites (c.-à-d. de marijuana) ;
- f) chromatographie en phase gazeuse (CPG) – spectrométrie de masse (SM) pour la détection et la quantification de médicaments et drogues ainsi que de leurs métabolites ;
- g) CPG – SM pour la détection et la quantification de pesticides et herbicides ;
- h) recherche chromatographique en phase liquide à haute performance (HPLC) et quantification de médicaments et de drogues ;
- i) dosage radio-immunologique (RIA), le cas échéant ;
- j) immunodosage par enzymes multipliées (EMIT) de médicaments.

Urine

1.6.12 Analyses qualitatives et quantitatives :

- a) détection d'éthanol ;

- b) détection d'autres alcools et solvants ;
- c) CPG – SM pour la détection de médicaments, de drogues et de leurs métabolites ;
- d) CPG – SM pour la détection de pesticides, d'herbicides, etc. ;
- e) HPLC pour la détection de médicaments et de drogues ;
- f) RIA pour la détection de digoxine, de divers antibiotiques, de métabolites de THC, d'amphétamines, de barbituriques, de morphines et de cocaïne ;
- g) EMIT pour la détection de drogues illicites.

Extraits de liquides hépatiques

1.6.13 Voir analyses de sang.

1.6.14 Le tableau ci-après indique les échantillons minimaux requis par la plupart des laboratoires pour des types précis d'analyses :

<i>Prélèvement</i>	<i>Agent de conservation (Sol. à 1 % de fluorure/oxalate)</i>	<i>EDTA Anticoagulant</i>	<i>Brut Sans agent de conservation</i>	<i>Congelé</i>
Sang	2 mL de 2 sites propres	5 mL	10 mL	*****
Urine	2 mL	*****	Reste	*****
Bile	2 mL	*****	Reste	*****
Humeur vitrée	2 mL	*****	*****	*****
Contenu de l'estomac	*****	*****	Tout	*****
Foie	*****	*****	*****	200 g
Poumon	*****	*****	*****	100 g
Rein	*****	*****	*****	100 g
Cerveau	*****	*****	*****	100 g

1.6.15 Les échantillons doivent être, si possible, non contaminés et être conservés comme indiqué. La prévention de la croissance bactérienne et fongique est particulièrement importante dans les analyses visant à déterminer la présence d'éthanol.

1.6.16 La raison d'être des analyses toxicologiques ne demande guère à être expliquée. On soulignera toutefois quelques points pertinents.

1.6.17 La détection de certaines classes de médicaments, comme les tranquillisants et les composés illicites, peut indiquer la nécessité d'enquêter sur l'état psychologique de la victime. Une baisse des activités psychomotrices, de la perception ou du jugement peut résulter de l'ingestion de médicaments ou de l'exposition accidentelle à une grande variété de toxines provenant de l'environnement.

1.6.18 Des échantillons devraient être prélevés sur toutes les victimes d'accidents, si possible. Ceux qui sont prélevés sur les passagers peuvent servir de groupe de contrôle pour les échantillons prélevés sur les équipages de conduite, et ils peuvent fournir des indices précieux, par exemple, sur la présence d'une fermentation produisant de l'éthanol.

1.6.19 On peut obtenir des indices sur un incendie en étudiant la répartition des niveaux d'acide cyanhydrique ou de monoxyde de carbone chez le personnel de cabine et chez les passagers. La présence de monoxyde de carbone chez les membres d'équipage de conduite peut signaler l'origine d'une contamination pouvant s'expliquer par un mauvais fonctionnement des échangeurs de chaleur.

1.6.20 Les victimes d'accidents survenus au cours d'opérations de pulvérisation des cultures doivent faire l'objet d'un examen visant à établir la présence de pesticides ou d'herbicides et l'inhibition de la cholinestérase. Les enquêteurs doivent être mis en garde contre les dangers de contamination que posent les enquêtes sur les accidents de ce type et ils doivent être pourvus de vêtements et d'équipements de protection adéquats. Ils doivent également être soumis à des examens s'ils ressentent des symptômes.

Biochimie post mortem

1.6.21 Hormis les opérations de biochimie post mortem qui font normalement partie de la toxicologie médico-légale, il est généralement inutile de faire d'autres analyses dans le cadre des enquêtes sur les accidents d'aviation, étant donné la période qui s'écoule depuis la mort jusqu'à la découverte et l'autopsie.

1.7 INTERPRÉTATION ET VALEUR DES INDICES RELEVÉS PAR LE PATHOLOGISTE

Détermination des causes de la mort de chacune des victimes

1.7.1 Dans une catastrophe aérienne, beaucoup de corps sont fortement endommagés par des chocs et des brûlures. Pour qui ne connaît pas le rôle de la pathologie dans les enquêtes sur les accidents d'aviation, il est tentant d'imputer la mort aux brûlures ou à des traumatismes multiples après un examen externe superficiel pratiqué après la mort. Un incendie majeur produit tant d'autres effets qu'une telle analyse superficielle revient pratiquement à deviner ce qui s'est passé et ne permet pas de faire la distinction entre les blessures subies avant ou après la mort de la victime. L'investigateur ne doit jamais oublier que cette distinction est importante, surtout en ce qui concerne l'équipage de conduite ; il est indispensable de déterminer si c'est la mort qui a provoqué l'accident ou si, au contraire, c'est l'accident qui a causé la mort.

1.7.2 Dans la mesure du possible, il importe de déterminer, dans chaque cas, la cause précise de la mort, pour des raisons liées aux aspects techniques des enquêtes sur les accidents et aux problèmes médico-légaux qui se poseront par la suite.

1.7.3 L'examen externe post mortem et l'autopsie, effectués avec soin, ainsi que les analyses de laboratoire mentionnées précédemment, permettront souvent de porter un diagnostic précis sur la cause du décès, comme dans les exemples que voici :

- a) Lorsque le pilote aux commandes succombe à une cardiopathie, l'accident aura pu lui causer aussi des traumatismes multiples auxquels on peut imputer la mort si l'on se contente d'un examen superficiel. L'autopsie, complétée par des analyses histologiques, révélera l'existence d'une grave coronaropathie, d'une thrombose coronaire, d'un infarctus silencieux récent du myocarde ou d'une myocardite — c'est-à-dire de toute cardiopathie ayant effectivement provoqué la mort du pilote aux commandes.

- b) Si un passager a subi un traumatisme crânien mortel, on peut en tirer des conclusions importantes quant aux questions relatives à la survie des passagers. Toutefois, si l'autopsie et les analyses ultérieures révèlent la présence de carbone dans l'œsophage et l'estomac, de carbone inhalé dans la trachée-artère et les bronches, de poumons congestionnés et œdémateux ainsi que d'un niveau de carboxyhémoglobine élevé dans le sang, on peut en conclure que la mort a été, en fait, provoquée par des brûlures. Le traumatisme crânien peut alors être imputable aux effets de la chaleur et son interprétation sera alors entièrement différente.
- c) Dans un accident, il arrive parfois qu'un mari et son épouse semblent tous deux avoir péri de blessures multiples et de brûlures. Or, l'autopsie et les analyses complètes peuvent montrer que l'un est mort comme le passager dont il est question en b) ci-dessus, tandis que l'autre, qui présente une rupture de l'aorte et dont la survie pendant l'incendie n'a pu être prouvée, est mort d'une blessure. On pourrait alors en conclure que le premier a survécu au second, avec toutes les conséquences médico-légales qui en découlent.

Nature, cause et chronologie des blessures

1.7.4 La présente section concerne tout particulièrement le cas d'une blessure mortelle unique ou de blessures entraînant l'incapacité qui ont empêché une personne consciente et, par ailleurs, en possession de ses moyens, d'évacuer l'aéronef sans aide. Il faut établir la nature et la cause de ces blessures pour pouvoir évaluer les caractéristiques de sécurité à l'intérieur de l'aéronef en vue de les améliorer. Il s'agit, notamment, des blessures pénétrantes de la tête ou des écrasements de la partie inférieure des jambes, dont on peut déduire que le dossier des sièges est mal conçu et qu'il est dangereux pour ceux qui sont assis directement derrière le siège.

1.7.5 Il est évident que les causes des blessures inhabituelles doivent faire l'objet d'un examen complet. Les investigateurs ont souvent pu déterminer quel pilote était aux commandes de l'aéronef qui s'est écrasé, en se fondant sur la nature des blessures aux mains et aux poignets ou aux pieds et aux chevilles, relevées à l'œil nu au moment de l'autopsie et par radiographie.

1.7.6 La possibilité d'un sabotage ne doit jamais être exclue, ni le fait que les blessures peuvent être dues à une explosion ou à des éclats d'engins explosifs. Le pathologiste devra conserver les tissus qui entourent les blessures suspectes de ce genre et les analyser en laboratoire pour identifier les traces constituant des indices. Les vêtements des victimes porteront la marque de ce genre de blessures ; on ne saurait donc trop insister sur la nécessité de ne pas dépouiller prématurément les victimes pour faciliter leur identification.

Recherche des maladies ou d'autres causes ayant pu compromettre l'efficacité de membres de l'équipage de conduite

1.7.7 L'autopsie et les analyses ultérieures peuvent révéler sans équivoque possible que l'un des pilotes a été tué par une maladie, ce qui fournira un indice important sur les circonstances ou la cause probable de l'accident. Mais on ne saurait trop insister sur le fait que la présence d'une anomalie médicale chez un pilote est souvent loin de prouver que cette anomalie a provoqué l'accident ou qu'elle a un rapport avec l'accident. Il est facile d'établir une liste de maladies qui provoquent une incapacité soudaine et complète ou la mort de personnes apparemment en pleine santé. Une telle liste comprendrait les coronaropathies avec ou sans thrombose, les myocardites et des ruptures d'anévrismes des artères cérébrales, par exemple. Mais l'existence d'une coronaropathie ou d'une myocardite graves n'empêche pas nécessairement une personne de remplir normalement ses fonctions et l'on sait qu'une proportion appréciable de la population normale souffre de telles affections. La présence de l'une ou l'autre de ces maladies chez un pilote dont l'aéronef s'est écrasé au sol pour des raisons techniques peut n'être qu'une simple coïncidence. De même, en présence

d'un grave traumatisme crânien, seul un examen attentif révélera l'existence d'un anévrisme d'une artère cérébrale. Même si l'on trouve un tel anévrisme, il peut être difficile d'affirmer qu'il s'est rompu avant le traumatisme crânien ou en conséquence de celui-ci.

1.7.8 N'importe quelle forme de maladie, ou presque, si mineure soit-elle, même si elle ne peut être décelée à l'examen clinique, risque d'affecter les capacités du pilote surtout lorsqu'une urgence se manifeste en vol. L'autopsie complète et les analyses ultérieures préconisées permettent de mettre en œuvre tous les moyens possibles pour découvrir si les membres de l'équipage de conduite souffraient d'une maladie ou d'une affection quelconque, s'ils étaient intoxiqués ou s'ils étaient sous l'effet de substances pharmaco-dynamiques. Lorsque toutes les recherches sont terminées et qu'elles n'ont pas permis de déceler des indices de maladies ou une cause qui aurait pu compromettre l'exercice des fonctions du pilote, on peut alors affirmer qu'à toute fin pratique, ces facteurs n'ont pas contribué directement ou indirectement à l'accident. Lorsqu'on découvre les indices d'une maladie ou d'une cause qui aurait pu gêner le pilote dans l'exercice de ses fonctions, il faut examiner très soigneusement la nature de cette maladie, ses effets éventuels sur l'aptitude du pilote à manœuvrer l'avion, et rechercher toute autre cause possible de l'accident découlant de l'enquête technique et générale sur l'accident. Lorsque l'investigateur en chef aura corrélé tous ces indices, en se fondant sur les rapports du Groupe des facteurs humains et d'autres groupes, il deviendra possible d'avancer une théorie sur l'incidence des facteurs humains du poste de pilotage sur les circonstances et la cause de l'accident, et de déterminer, en toute connaissance de cause, dans quelle mesure ils ont pu le provoquer.

Indices à tirer de l'examen des passagers et de l'équipage de cabine

1.7.9 En raison de la charge de travail à fournir après un accident qui a fait un grand nombre de morts, les autopsies et les prélèvements d'organes et de tissus sur des corps identifiés comme étant ceux de passagers ne peuvent être aussi poussés que dans le cas de l'équipage de conduite, qui se trouvait dans le poste de pilotage. Néanmoins, lors de l'examen de tout corps, certains points ne peuvent jamais être négligés.

1.7.10 Un examen suffisamment approfondi et un prélèvement d'échantillons assez nombreux sur ces corps devront être réalisés pour fournir, en plus d'une détermination précise de la cause de la mort, des indications sur les éléments suivants :

- a) estimation des forces de décélération résultant d'un examen du cœur, de l'aorte, du diaphragme, du foie et de la rate et de la présence éventuelle de fractures du sternum, de la colonne vertébrale ou du bassin ;
- b) évaluation de tout indice de blessures provoquées par la ceinture de sécurité et de lésions crânio-faciales associées ;
- c) indices de survie à l'incendie, révélés par des niveaux anormalement élevés de carboxyhémoglobine dans le sang ou les tissus ;
- d) présence, dans les poumons, de modifications microscopiques de nature à révéler une lésion avant la mort, à confirmer que l'intéressé vivait encore pendant l'incendie et à servir éventuellement d'indice médico-légal pour régler d'éventuelles questions de dévolution successorale pouvant se poser ultérieurement ;
- e) pour des raisons médico-légales, il faut également noter la présence de toute maladie antérieure à l'accident, pour pouvoir régler équitablement les demandes ultérieures de dommages-intérêts.

1.7.11 L'examen du corps des passagers permet de déterminer des profils de blessures, qui peuvent être uniformes ou discordants. Des profils uniformes indiquent que tous les passagers ont été soumis à des forces de même type général et de même intensité. À cet égard, on peut citer comme exemple la combinaison de lésions crânio-faciales,

de blessures provoquées par les ceintures de sécurité et d'écrasement de la partie inférieure des jambes, qui permet de conclure que les ceintures de sécurité des passagers ont cédé dans les cas classiques d'écrasement au sol. On peut tirer un grand nombre de renseignements complémentaires en comparant le type général des blessures subies par les passagers et celui des blessures des membres d'équipage de cabine : on verra, par exemple, si ces derniers étaient prêts à faire face à une situation d'urgence ou s'ils accomplissaient leurs tâches dans les conditions normales.

1.7.12 Dans le cas de profils discordants, un groupe de passagers peut présenter des blessures différentes de celles des autres passagers. Une telle différence peut indiquer un incident inhabituel, et l'interprétation des indices dépendra, dans une large mesure, d'une identification et d'une localisation précises des personnes dans l'aéronef, sur la base du plan d'attribution des sièges. Il faut toujours envisager la possibilité qu'un seul corps dévie de la norme. Ce peut être l'unique moyen de déceler un acte de sabotage ou d'intervention illicite contre l'aéronef.

1.8 DISPOSITIONS À PRENDRE POUR RESTITUER LES RESTES ET LES OBJETS PERSONNELS DES VICTIMES

1.8.1 Bien qu'il soit préférable de conserver tous les corps jusqu'à ce qu'ils aient été tous identifiés ou jusqu'au moment où aucune autre identification n'est possible, on pourra confier les corps aux autorités locales ou nationales, dès que possible, à condition :

- a) que tous les renseignements intéressant les investigations techniques aient été tirés de l'examen des corps ;
- b) qu'il n'y ait plus de doute possible sur l'identité des corps.

1.8.2 Une fois que tous les corps ont été identifiés et qu'il n'y a plus lieu de les conserver aux fins des investigations, il appartient habituellement aux autorités locales ou nationales de les restituer aux familles avec une fiche d'identification appropriée et un acte de décès. (Lorsqu'il faut rapatrier les corps, il faut parfois se procurer des autorisations et des certificats supplémentaires pour pouvoir transporter des corps ou des restes dans d'autres localités, d'autres districts ou d'autres États.)

1.8.3 Les réglementations varient, mais on constatera souvent qu'un certificat rédigé dans la langue de l'État de la victime, signé par le pathologiste qui a effectué l'autopsie, déclarant que l'identité du corps a pu être établie et précisant la cause du décès, facilitera le rapatriement et la restitution aux familles.

1.9 CORRÉLATION AVEC L'EXAMEN DE L'ÉPAVE DE L'AÉRONEF

Le poste de pilotage

1.9.1 Il est indispensable d'établir la corrélation entre les dommages relevés dans le poste de pilotage et les blessures du pilote. Des constatations anormales peuvent donner des indices sur des causes d'accident, telles qu'une panne du pilote automatique ou une tentative d'intervention dans le pilotage de l'aéronef. Dans toute la mesure du possible, il faudra établir la corrélation entre les blessures et certains éléments d'équipement du poste de pilotage. À cette fin, on recherchera des traces de sang et d'autres tissus sur les sièges, les instruments et les manches à balai. Dans certains cas, il pourra être nécessaire d'identifier ces indices comme appartenant à l'un ou l'autre des membres de l'équipage de conduite, ou éventuellement, de montrer qu'il ne s'agit pas de tissus humains — par exemple, dans le cas d'indices révélant un impact d'oiseaux.

1.9.2 Il conviendra de noter les dommages subis par les sièges et les sangles de sécurité des membres de l'équipage de conduite ainsi que leur état général car cela peut permettre de reconstituer les événements qui se sont déroulés dans le poste de pilotage au moment de l'accident et immédiatement après, et de déterminer les possibilités de survie et d'évacuation des occupants.

La cabine des passagers

1.9.3 Il conviendra de procéder à un examen et à une description détaillés de tous les sièges, de leurs moyens de fixation, des ceintures de sécurité et des autres éléments d'équipement de sécurité, ainsi que des structures avoisinantes. Cet examen préalable est indispensable à toute étude de survie. Le déplacement des attaches et les indices relevés sur les ceintures elles-mêmes peuvent donner une indication des forces qui se sont exercées sur ces ceintures. Il faudra toujours mesurer la longueur des ceintures bouclées, mais rompues. Il se peut que ces mesures permettent de déduire la taille de l'occupant du siège, sans jamais oublier, toutefois, que l'ajustement des ceintures de sécurité peut varier considérablement. Il y a plus important : la manière dont la plupart des ceintures étaient serrées doit permettre aux investigateurs de déterminer si la cabine était préparée en vue d'un atterrissage d'urgence ou si les passagers étaient assis avec leurs ceintures assez lâches, comme c'est le cas en général. Il faut naturellement établir la corrélation de ces indices avec le plan d'attribution des sièges, lorsqu'on le connaît, et avec le résultat des autopsies. Même quand on ne dispose pas du plan d'attribution des sièges et quand les autorités locales ou nationales n'ont pas noté l'emplacement des corps qu'elles ont évacués, il est souvent possible de trouver des indices sur les sièges que les passagers occupaient : c'est ainsi qu'un livre ou un sac à main trouvé dans le dossier d'un siège de la cabine donnera une idée de l'emplacement probable de son propriétaire. Si l'on compare les fragments d'étoffe qui adhèrent à la structure de l'aéronef et les vêtements des victimes, on peut en déduire l'emplacement des corps — tout au moins l'endroit où les corps se sont immobilisés, sinon les sièges qu'ils occupaient.

1.10 AUTRES ASPECTS DE L'INVESTIGATION MÉDICALE DES FACTEURS HUMAINS

Antécédents médicaux et personnels de l'équipage de conduite — État de santé physique et mentale avant l'accident

1.10.1 Il convient d'étudier les antécédents médicaux des membres de l'équipage de conduite pour déterminer s'ils souffraient d'affections de nature à leur interdire de mener à bien la tâche qui leur était confiée dans les conditions du vol. Tout état qui aurait pu entraîner une incapacité en vol ou compromettre l'aptitude et l'efficacité d'un pilote retiendra plus spécialement l'attention. Théoriquement, toutes les maladies connues de l'homme peuvent provoquer l'incapacité ou une baisse de performance, mais les équipages étant soumis à un contrôle médical, il est peu probable qu'ils souffrent d'anomalies graves.

1.10.2 Il faut établir une corrélation entre les antécédents médicaux et les conclusions du pathologiste. Toutefois, de nombreuses anomalies fonctionnelles ne peuvent être décelées à l'autopsie, notamment l'épilepsie. Il convient également de noter l'acuité visuelle et auditive de l'équipage mais, là encore, ce sont les résultats fondamentalement négatifs de l'examen pathologique, lorsque la cause présumée d'un accident est attribuée à des facteurs humains, qui appelleront l'attention sur les dispositifs auditif et visuel.

1.10.3 Dans certaines circonstances, les recherches porteront sur le passé des membres de l'équipage de conduite et, notamment, sur les motifs qui les ont poussés à choisir leur carrière, sur leur intelligence générale, leur stabilité émotionnelle, leur caractère et leur comportement. Néanmoins, une fois de plus, des anomalies bien documentées de ce type n'auraient pas dû passer inaperçues lors des procédures modernes de sélection du personnel navigant et ne sont guère compatibles avec l'exercice effectif de fonctions aéronautiques. Il est probable que l'on pourra

établir un dossier beaucoup plus révélateur en recueillant, auprès des amis, des proches, des relations, des chefs, des instructeurs, des médecins de famille et d'autres observateurs, des renseignements sur les activités et le comportement récents des membres de l'équipage, ainsi que sur leurs habitudes personnelles et professionnelles, leur état de santé général et leur comportement habituel, connus depuis de longues années. On appelle cela l'autopsie psychologique (voir liste de lectures conseillées).

1.10.4 On ne prête pas toujours une attention suffisante à l'identification et à l'investigation des éléments psycho-physiologiques qui sont à l'origine de nombreux accidents. Des éléments humains tels que la perception, le jugement, la faculté de décision, le moral, la motivation, la sénescence, la fatigue et l'incapacité constituent souvent des variables relativement intangibles, mais très importantes. Même lorsqu'elles sont décelées, elles sont difficiles à mesurer et à documenter. Il faut souligner le fait qu'une association positive entre la découverte d'une des anomalies évoquées et la cause de l'accident ne relève, le plus souvent, que du domaine de la pure conjecture. Malgré ces difficultés, il faut tout mettre en œuvre pour étudier et rapporter ces facteurs humains d'une manière aussi complète que possible. Il peut être nécessaire d'intégrer dans le Groupe des facteurs humains un psychologue connaissant bien l'aviation.

Problèmes propres à un vol spécifique

1.10.5 De nombreuses questions non médicales peuvent intéresser le Groupe des facteurs humains et c'est à leur sujet que la liaison avec le Groupe de l'exploitation devra être étroite.

1.10.6 Voici quelques-unes des questions de ce type :

- a) le plan de vol — notamment les consignes données et les cas dans lesquels ces consignes n'ont pas été respectées ;
- b) l'équipement de vol — notamment le type de l'aéronef, l'aménagement du poste de pilotage, les dispositifs de pressurisation, de ventilation et de régulation de la température de la cabine ;
- c) les aides à la navigation — notamment le fait de savoir si elles ont été pleinement utilisées ;
- d) l'environnement et la phase du vol — notamment la présence possible d'émanations de carburant et d'autres liquides techniques, ainsi que d'émanations toxiques dégagées par les marchandises transportées ;
- e) l'évaluation de la charge de travail de l'équipage au moment de l'accident.

1.10.7 Ces renseignements ont essentiellement pour but d'amener les membres du Groupe des facteurs humains à orienter leurs recherches vers des domaines d'investigation importants. C'est ainsi qu'un écart de la trajectoire de vol conduit nécessairement à examiner la possibilité d'une intoxication au monoxyde de carbone ; un circuit de pressurisation suspect peut permettre de déterminer si l'hypoxie a pu provoquer l'accident. Une liste des causes probables d'intoxication simplifiera et orientera le travail du toxicologue. Ces cas de figure soulignent la nécessité d'organiser des réunions fréquentes des chefs des groupes d'investigation et de procéder à des échanges de renseignements appropriés à l'occasion de ces réunions.

1.10.8 Les problèmes propres au vol concernent plus spécialement les causes qui auraient pu affecter l'aptitude et les activités de l'équipage, mais qu'aucune autopsie ne permet de déceler. Des erreurs et une diminution de l'efficacité peuvent se produire, que le vol se déroule comme prévu ou que des circonstances imprévues ou d'urgence surgissent. Ces erreurs et ces baisses d'efficacité peuvent être dues :

- a) à des erreurs de perception, qui peuvent être rattachées à des stimuli de l'audition, de la vision, du toucher ou de la posture ;

- b) à des erreurs de jugement et d'interprétation. On peut classer dans cette catégorie les erreurs d'évaluation des distances et d'interprétation des indications des instruments, la confusion des instructions, les illusions des sens, la désorientation, les défaillances de mémoire, etc. ;
- c) à des erreurs de réaction. Celles-ci se rapportent en particulier à la synchronisation et à la coordination de l'activité neuromusculaire, ainsi qu'à la technique de manœuvre des commandes.

Les erreurs et la baisse d'efficacité peuvent avoir aussi leur origine dans des domaines tels que :

- d) l'attitude et la motivation ;
- e) l'affect émotionnel ;
- f) la persévérance.

1.10.9 La fatigue, qui est un facteur omniprésent, mais impondérable, dans les activités aériennes, peut exacerber tous ces facteurs. C'est dans l'évaluation de ces éléments prédisposants que le Groupe des facteurs humains apportera à l'investigateur en chef son concours le plus précieux.

1.10.10 Il est évident que le Groupe des facteurs humains devra bien faire la distinction entre l'hypothèse et l'indice authentique ; dans toute la mesure du possible, un accident ne devra être attribué à un facteur psychophysiologique que sur la base d'indices matériels. Par exemple, on peut présumer que le pilote était particulièrement irritable pendant le vol, mais l'écoute des enregistrements réalisés pendant le vol pourra démontrer de façon beaucoup plus concluante si cette irritation a joué ou non un rôle quelconque dans l'accident.

Rôle du médecin dans un accident non mortel

1.10.11 En général, le problème se pose de façon beaucoup plus simple que pour un accident où tous les occupants ont péri car il s'agit alors, pour une large part, d'examiner des sujets vivants, qui sont vraisemblablement prêts à coopérer avec les investigateurs. Le Groupe des facteurs humains recherche, en gros, le même genre d'indices que lors de l'examen pathologique des corps.

1.10.12 Il conviendra de procéder à un examen médical des membres de l'équipage de conduite survivants, qui sera pratiqué de préférence par un spécialiste de la médecine aéronautique ou un médecin-examineur qualifié, pour déterminer si certains facteurs physiques, physiologiques ou psychologiques relevés chez l'équipage ont pu jouer un rôle dans l'accident. Ces entrevues peuvent être extrêmement pénibles pour ceux qui en font l'objet. Elles doivent être soigneusement préparées et coordonnées par l'investigateur en chef. L'évaluation médicale pourra être différente selon qu'elle est effectuée peu après l'accident, avant l'intervention d'autres investigateurs ou, par la suite, après d'autres entrevues.

1.10.13 Il sera peut-être souhaitable de faire des prélèvements de sang et/ou d'urine et de les analyser, tant pour y rechercher la présence de substances thérapeutiques que pour essayer de détecter un état anormal, tel que l'hypoglycémie. Toutefois, avant de procéder à ces prélèvements, le médecin investigateur devra s'assurer que la législation locale ne s'y oppose pas. Il devra aussi obtenir le consentement de l'intéressé et il aura intérêt à expliquer le but des analyses avant de les entreprendre.

1.10.14 Il conviendra d'interroger les membres de l'équipage, mais il faudra que l'investigateur en chef coordonne toutes les entrevues afin que les besoins en renseignements de tous les groupes n'obligent pas à interroger inutilement les mêmes personnes plusieurs fois.

1.10.15 Les blessures de tous les occupants seront notées dans leur détail, et leur cause sera déterminée. Les résultats devront être mis en corrélation avec les sièges que ces personnes occupaient ou avec l'endroit de l'avion où elles se trouvaient, afin que des mesures préventives puissent être prises (notamment une refonte de l'aménagement intérieur de l'avion).

1.10.16 Si l'aéronef a été évacué en raison d'un incendie ou d'un risque analogue (par ex. celui d'un naufrage, dans le cas d'un amerrissage forcé), le récit complet de la manière dont chacun des rescapés a évacué l'aéronef apportera une contribution précieuse à l'évaluation des facteurs qui peuvent faciliter ou entraver l'évacuation.

1.10.17 Étant donné que l'objectif des enquêtes sur les accidents est la prévention, il convient de prêter toute l'attention voulue aux effets psychologiques de l'accident sur l'équipage de conduite, avant d'autoriser celui-ci à reprendre ses fonctions. Il ne faudrait pas oublier les effets psychologiques de tout accident sur les sauveteurs. Des séances régulières adéquates de verbalisation peuvent contribuer à prévenir l'apparition d'un syndrome de stress post-traumatique.

1.11 RÉCAPITULATION

1.11.1 La composition du Groupe des facteurs humains doit être déterminée en fonction de la nature de l'accident et des indices susceptibles d'être décelés par l'étude des éléments humains. La participation des spécialistes de la médecine aéronautique présentera le plus grand intérêt lorsque les survivants sont nombreux, mais il faudra faire appel à un pathologiste chaque fois qu'il y a des morts.

1.11.2 Dans les accidents sans survivants, en particulier, les indices fournis par la pathologie revêtent une importance capitale. Il est indispensable que l'investigateur en chef veille à ce que les renseignements particulièrement importants pour l'enquête ne soient pas sacrifiés dans le but de répondre au souci, d'origine sociale et légale, d'une identification et d'une évacuation rapides des corps. À cette fin, il devrait, si possible, faire appel aux services d'un pathologiste spécialiste de l'aviation, habitué à coordonner les deux fonctions interdépendantes que sont l'investigation et l'identification.

1.11.3 Le pathologiste devra rechercher avant tout des indices sur la cause, le déroulement et les effets de l'accident en examinant l'équipage de conduite, l'équipage de cabine et les passagers. Parallèlement à ces investigations, des indices médico-légaux relatifs à l'identification se dégageront automatiquement, surtout si le pathologiste, la police, des odontologistes, des radiologues, etc., collaborent à chacun des examens.

1.11.4 L'examen pathologique sera grandement facilité par une planification préalable appropriée, qui aura porté, notamment, sur les moyens à utiliser pour extraire les corps des épaves et sur l'existence d'installations frigorifiques permettant de réfrigérer des corps entiers. À défaut de ces préparatifs, l'investigateur en chef devra mettre à la disposition du pathologiste les moyens nécessaires pour que ce dernier puisse procéder au moins aux opérations ci-après, qui répondent aux besoins des investigations techniques et aux nécessités médico-légales et sociales :

- a) identification et examen complet de l'équipage de conduite qui occupait le poste de pilotage au moment de l'accident ;
- b) examen externe complet de tous les corps ;
- c) identification de l'équipage de cabine et comparaison avec les passagers ;
- d) autopsie sommaire de tous les corps, pour notamment :
 - 1) établir la cause de la mort ;

- 2) déceler toute maladie grave de nature à influencer sur l'espérance de vie du sujet ;
- 3) évaluer les effets de la décélération sur :
 - le système cardiovasculaire, le foie et le diaphragme ;
 - la tête, le sternum, la colonne vertébrale et le bassin ;
- e) prélèvement de sang sur tous les corps, pour en déterminer la teneur en carboxyhémoglobine ;
- f) prélèvement sur les poumons de tous les corps, pour déterminer la cause de la mort.

1.11.5 Le pathologiste expérimenté interprétera le résultat de ses recherches avec prudence. Le chef du Groupe des facteurs humains et l'investigateur en chef, pour leur part, s'assureront que les conclusions du pathologiste soient prises en considération en tant que partie de l'ensemble des investigations techniques et qu'elles cadrent parfaitement avec les indices recueillis par les autres membres du groupe et par les autres groupes. L'expérience a montré que cette tâche est facilitée et qu'elle atteint son maximum d'efficacité si le pathologiste assiste aux réunions d'information convoquées périodiquement par l'investigateur en chef.

LECTURES CONSEILLÉES

- Cullen, S.A. and H.C. Drysdale, "Aviation accidents," in *The Pathology of Trauma*, J.K. Mason and B.N. Purdue (eds.), 3rd ed., Edward Arnold, 2000.
- Cullen, S.A., and I.R. Hill, "Aviation pathology and toxicology," in *Ernsting's Aviation Medicine*, D.J. Rainford, and D.P. Gradwell (eds.), Hodder Arnold, London, 2006.
- Hill, I.R. and S.A. Cullen, "Accident investigation," in *Ernsting's Aviation Medicine*, D.J. Rainford, and D.P. Gradwell (eds.), Hodder Arnold, London, 2006.
- Mason, J.K. and W.J. Reals (eds), *Aerospace Pathology*, College of American Pathologists Foundation, Chicago, Illinois, 1973.
- Véronneau, S.J.H., "Aircraft accidents: Investigation and prevention" in *Fundamentals of aerospace medicine*, R.L. DeHart and J.R. Davis (eds.). 3rd ed., Lippincott, Williams & Wilkins, 2002.
- Yanowitch, R.E., et al., "Psychosocial reconstruction inventory: a postdictal instrument in aircraft accident investigation," *Aerospace Medicine*, May 1972, Vol. 43, No. 5, pp. 551-54.

INTERPOL: <http://www.interpol.int>.

Supplément A

SOUTIEN D'UN LABORATOIRE SPÉCIALISÉ DANS LES ACCIDENTS D'AVIATION

1. Un laboratoire national de référence est notamment nécessaire pour :
 - a) garantir des résultats normalisés dans tout le pays, à un niveau élevé d'expertise ;
 - b) fournir des réponses rapides aux enquêteurs ;
 - c) offrir des analyses spéciales qui ne sont pas réalisées par d'autres laboratoires médico-légaux et dont les enquêteurs ont besoin ;
 - d) travailler à des niveaux de sensibilité permettant de déceler des concentrations sous-thérapeutiques et des traces des composés recherchés ;
 - e) fournir des analyses médico-légales sur des échantillons de tissus lorsqu'on ne dispose pas de liquides ;
 - f) aider à interpréter les résultats en ce qui concerne un rôle causal, contributif ou accidentel dans un accident, ou l'incidence sur la capacité de survie ;
 - g) entreprendre des études spéciales, selon les besoins, pour déterminer l'importance des facteurs humains dans l'accident ;
 - h) constituer une bibliothèque informatique des constatations toxicologiques, biochimiques et pathologiques pertinentes pour détecter la prévalence de maladies, l'usage de médicaments ou l'exposition à des toxines, d'un point de vue national.
 2. Le laboratoire doit utiliser des méthodes et des instruments de pointe pour garantir que les vérifications et analyses spécifiques seront effectuées d'une façon compétente. Des normes appropriées devraient être mises à l'essai avec chaque échantillon de façon à vérifier les résultats.
 3. Le laboratoire devrait participer à des épreuves nationales de compétence sur la fiabilité des analyses qualitatives et quantitatives visant à déterminer la présence d'alcool et de médicaments courants dans les liquides biologiques.
 4. Les renseignements concernant l'éthanol, le monoxyde de carbone et l'acide cyanhydrique devraient être communiqués dans un délai de cinq à sept jours ouvrables après la réception des échantillons. Des analyses plus poussées demandent plus de temps, mais un rapport complet devrait être publié dans un délai de deux à cinq semaines.
-

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 2. IDENTIFICATION ODONTOSTOMATOLOGIQUE	IV-2-1
2.1 Introduction	IV-2-1
2.2 Organisation et tâches des équipes d'identification dentaire	IV-2-1
Groupe de relevage.....	IV-2-1
Groupe d'enregistrement des données ante mortem	IV-2-2
Groupe des examens dentaires post mortem.....	IV-2-2
Groupe de la confrontation des données dentaires et de l'identification	IV-2-3
2.3 Identification odontostomatologique	IV-2-3
2.4 Paramètres communautaires affectant le taux de réussite de l'identification odontostomatologique.....	IV-2-5
Données nationales sur la santé dentaire	IV-2-5
Variabilité des normes et de la qualité des fichiers dentaires	IV-2-5
2.5 Identification par établissement de l'empreinte génétique de tissus dentaires	IV-2-5
2.6 Coopération et communication internationales en matière d'odontostomatologie légale.....	IV-2-6
2.7 Résumé	IV-2-7
Lectures conseillées	IV-2-7

Chapitre 2

IDENTIFICATION ODONTOSTOMATOLOGIQUE

2.1 INTRODUCTION

2.1.1 L'odontostomatologie légale est le domaine de la pratique dentaire qui couvre l'interaction entre l'équipe dentaire et le système judiciaire. Sa contribution majeure consiste à aider la police et d'autres autorités responsables à identifier des restes humains d'inconnus. L'odontostomatologie légale peut s'étendre à d'autres activités, telles que la détermination de l'âge, l'analyse des morsures et du type d'occlusion, l'analyse de sévices physiques (maltraitance d'enfants) et de cas de fautes professionnelles. Les odontostomatologues légaux synthétisent les principes, connaissances et compétences de nombreux aspects de la dentisterie avec ceux d'autres disciplines, telles que la pathologie/médecine légale, la génétique, l'anthropologie et la criminologie.

2.1.2 Les techniques d'identification par empreintes de crêtes papillaires, moyens dentaires et/ou profils ADN sont largement reconnues comme scientifiques et leurs conclusions sont dès lors utilisées comme preuves dites primaires, ce qui signifie qu'elles peuvent servir d'outils d'identification autonomes. Le présent chapitre vise à présenter un aperçu général de l'odontostomatologie légale, en mettant l'accent en particulier sur l'identification des personnes telle qu'elle est pratiquée aujourd'hui dans les catastrophes de masse. Cette présentation se concentrera sur l'approche recommandée par l'Organisation internationale de police criminelle — OIPC-Interpol — et décrite dans les Lignes directrices d'Interpol pour l'identification des victimes de catastrophes (IVC), disponibles sur le site web (voir liste de lectures conseillées). Ces lignes directrices contiennent un formulaire dont deux pages (F1 et F2) sont réservées à l'enregistrement des données dentaires ante mortem (AM) et post mortem (PM).

2.2 ORGANISATION ET TÂCHES DES ÉQUIPES D'IDENTIFICATION DENTAIRE

2.2.1 La planification est cruciale pour assurer la réussite de l'IVC dans des situations avec grands nombres de victimes, telles que les catastrophes naturelles et les accidents d'aviation. Un odontostomatologue légal ayant une grande expérience de l'identification de ressortissants étrangers devrait être désigné pour faire partie de la commission d'identification (équipe médico-légale spécialisée dans les accidents d'aviation) responsable de l'organisation et des aspects juridiques du processus d'identification. Pendant les investigations, l'odontostomatologue légal désigné devrait se concerter avec le président de la commission d'identification ou avec l'investigateur en chef, selon le cas. L'odontostomatologue légal est en mesure d'apporter son aide à la fois à l'enquête sur l'accident et à l'identification des victimes. Il assurera en outre la disponibilité d'instruments et d'équipements requis et fera appel à du personnel supplémentaire, si nécessaire.

Groupe de relevage

2.2.2 Des connaissances dentaires sont essentielles pour le relevage et la conservation des preuves odontostomatologiques. Sur le site, la tâche principale de l'odontostomatologue légal consiste à donner une description préliminaire du visage et de la dentition des corps relevés, à participer d'autres manières à la recherche de corps ou de fragments de corps et à offrir son aide chaque fois qu'elle est requise. Lorsque des corps sont forts brûlés ou mutilés, une description préliminaire des dents doit être faite et des radiographies des dents doivent être prises avec un

équipement portable avant de manipuler et de transporter les corps. L'odontostomatologiste légal peut même décider de terminer l'examen post mortem sur le lieu de l'accident.

Groupe d'enregistrement des données ante mortem

2.2.3 Un centre de collecte des fichiers dentaires ante mortem (AM) présidé par un odontostomatologiste légal expérimenté devrait être créé dès que possible après l'accident. Après une catastrophe ayant fait de grands nombres de victimes, la police locale ou d'autres autorités approuvées contacteront les dentistes dont on sait qu'ils ont traité certaines des personnes disparues. L'accès aux fichiers dentaires AM peut considérablement varier d'un pays à l'autre, généralement en raison de différences de réglementations concernant la conservation des fichiers dentaires. Les odontostomatologistes légaux, avec ou sans l'aide d'autres professionnels (police, pathologistes, etc.), peuvent faciliter la collecte de données dentaires AM en utilisant leurs contacts nationaux ou internationaux. La collecte des données dentaires AM relève de la routine dans de nombreux pays, mais est moins bien établie dans d'autres. Dans ce dernier cas, il faudrait fournir des lignes directrices du centre des données AM précisant les données à recueillir : données dentaires sur fichiers, radiographies conventionnelles ou numériques des dents, des mâchoires et/ou du crâne, empreintes dentaires ou moulages, etc. Il est tout aussi important de donner des instructions quant à la façon d'envoyer ces données AM et d'en assurer un étiquetage approprié. Les dossiers originaux comprenant les radiographies sont irremplaçables et pourraient se perdre s'ils étaient envoyés par courrier ordinaire ou remis à des parents ou à d'autres personnes agissant au nom de la victime. Pour surmonter cet obstacle, les données dentaires AM (fichiers, radiographies, photographies) devraient être dupliquées et les originaux devraient être conservés et stockés en sécurité par le centre de collecte des données dentaires AM basé dans le pays de résidence des victimes. Les odontostomatologistes légaux attachés à ce centre peuvent être appelés « équipe nationale des données dentaires AM » ou simplement « équipe nationale ». Les radiographies et photographies dupliquées devraient être clairement étiquetées. Une autre solution serait que l'équipe nationale inscrive les données AM sur les formulaires dentaires d'IVC (pages jaunes F1, F2) et les envoie au personnel sur site par des moyens électroniques, via un site sécurisé et après avoir crypté ces données. Aux fins de cette dernière méthode, il serait utile que les équipes nationales de données AM, qui comprennent mieux du texte rédigé dans leur propre langue, traduisent les abréviations et caractéristiques susceptibles d'être difficiles à interpréter par des équipes internationales. Lorsqu'il y a des ressortissants étrangers parmi les victimes, il peut être souhaitable d'obtenir l'aide d'odontostomatologistes légaux qui sont des compatriotes des victimes concernées et qui peuvent aider le personnel sur site en traduisant et vérifiant les informations envoyées par le centre de collecte de données AM. En règle générale, des équipes de deux odontostomatologistes légaux sont préférables pour traiter les renseignements AM entrants et vérifier les différences et réduire au minimum les erreurs lors du transfert de données sur les formulaires appropriés. Il est tout aussi important que les données AM de fichiers dentaires soient vérifiées au niveau de leur qualité, que leur encodage ait été fait par l'équipe nationale ou sur le site de l'accident.

Groupe des examens dentaires post mortem

2.2.4 Il y a toujours des pressions de parents éprouvés, des médias et des autorités politiques pour commencer l'examen PM immédiatement. Il faudrait en priorité photographier les visages des victimes avant que ne commence la décomposition et planifier un système de numérotation qui suive les victimes, leurs formulaires et échantillons tout au long du processus d'identification. Actuellement, un code barre serait un système approprié à envisager. Comme les dents et structures dentaires sont assez stables dans des conditions variables, on peut attendre que des conditions de travail adéquates soient établies pour procéder à l'examen odontostomatologique post mortem. Si les conditions de travail sont adéquates, plusieurs réexamens peuvent être évités et, à long terme, cela permet de gagner du temps. Les équipements d'autopsie dentaire essentiels comprennent des appareils photo, de préférence numériques, et des équipements de radiographie portables. Le kit d'examen peut, en outre, comporter des lampes UV pour déceler les restaurations en résines de la couleur de la dent qui, sinon, pourraient facilement passer inaperçues. L'examen PM devrait être effectué à la morgue, que celle-ci soit permanente ou temporaire. Au préalable, la commission d'identification devrait décider de la gestion des opérations d'IVC, de préférence sur la base du guide d'IVC d'Interpol, et ensuite donner des protocoles et procédures normalisés pour la pathologie, l'odontostomatologie, la photographie, la

prise d'empreintes digitales, le réexamen, le transport des corps, la chaîne de garde et l'établissement de profils ADN. De plus, il faudrait décider de l'enchaînement des examens, par exemple, empreintes digitales, pathologie puis odontologie.

2.2.5 Un centre de collecte des fichiers dentaires post mortem (PM) présidé par un odontostomatologiste légal expérimenté devrait être créé dès que possible après l'accident. Le chef de l'équipe PM sur site devrait donner des instructions à toutes les équipes PM avant le début des travaux ; les instructions initiales devraient être suivies de mises à jour régulières. Les normes pour les procédures dentaires devraient clairement définir les détails inclus dans l'examen, tels que le type et le nombre de photographies, le type de radiographies et les indications pour les réaliser, le niveau de détail pour l'enregistrement de données concernant les dents et la dentition et le prélèvement de dents pour l'éventuel établissement de profils ADN. Ces normes pourraient en outre préciser que, en règle générale, l'enregistrement de l'état dentaire post mortem, y compris la présentation de clichés radiographiques et photographiques, devrait être effectué par des équipes de deux odontostomatologistes légaux : l'un étant l'examineur et l'autre, celui qui remplit les formulaires d'IVC (pages roses F1 et F2) et surveille l'enregistrement. Un travail en équipes de deux odontostomatologistes légaux permettrait un recoupement (contrôle de qualité) et la discussion de problèmes et l'échange d'avis. Enfin, les normes décidées devraient préciser s'il est acceptable de déganter la face, de procéder à une résection de la mandibule et de retirer les mâchoires ou des fragments de mâchoire du corps.

Groupe de la confrontation des données dentaires et de l'identification

2.2.6 Le centre de confrontation et d'identification devrait, tout comme les centres de collecte de données AM et PM, être présidé par un odontostomatologiste légal expérimenté et doté en effectifs expérimentés en odontostomatologie légale. Les individus qui ont subi de nombreux traitements dentaires complexes sont généralement plus faciles à identifier que ceux qui n'ont pas eu de traitements de restauration ou en ont eu moins. Les cas difficiles (par ex. les cas pour lesquels on ne dispose pas de suffisamment de données AM ou pour lesquels la confrontation des données AM et PM ne permet pas une identification immédiate) s'accumulent au fil du temps et il est donc capital que, pendant toute la durée de l'opération, les équipes d'identification et de rapprochement continuent à compter, parmi leurs effectifs, des odontostomatologistes ayant une expérience médico-légale suffisante. En explorant minutieusement les fichiers dentaires écrits, les fiches de traitement dentaire et les radiographies dentaires, on peut trouver des indices de comparaison. Les photographies d'une dentition peuvent être utiles pour la comparaison et peuvent fournir des indices sur la base desquels poursuivre les investigations. Les photographies du visage, en particulier celles où la personne sourit, peuvent révéler des caractéristiques spécifiques des dents antérieures, que l'on peut comparer avec les autres photographies disponibles à des fins de corrélation. Une évaluation des caractéristiques concordantes et de leur importance relative doit être effectuée. Les concordances et les discordances, tant explicables qu'inexplicables, devraient être consignées dans le rapport de confrontation. Les discordances explicables sont généralement liées au temps qui s'est écoulé entre les fichiers AM et PM, mais si un point de discordance est inexplicable, il faut alors décider de l'exclusion. Le rapport de confrontation des données dentaires est ensuite transféré à l'équipe d'identification/la commission responsable, pour évaluation et discussion lors de sessions de rapprochement. Celles-ci aboutiront à l'établissement de la déclaration sur l'identification dentaire, qui comprendra une description des preuves essentielles et sera rédigée de façon à être compréhensible pour des profanes. Enfin, le formulaire d'identification est signé, de préférence par deux odontostomatologistes légaux, pour garantir un contrôle strict et la responsabilisation. Lorsqu'il s'agit de ressortissants étrangers, le formulaire peut être, si nécessaire, contresigné par des odontostomatologistes légaux délégués par les pays concernés.

2.3 IDENTIFICATION ODONTOSTOMATOLOGIQUE

2.3.1 La collecte, la manipulation, le stockage et le traitement appropriés des données sont essentiels pour parvenir à une identification correcte de la personne à partir de données dentaires. Les principes sous-jacents de l'identification dentaire restent les mêmes qu'il s'agisse d'un accident ayant fait une seule victime ou de catastrophes de

masse : enregistrement et comparaison des données AM et PM et, à partir de là, établissement d'une déclaration d'identification, que l'odontostomatologiste légal doit être prêt à défendre devant le tribunal, si nécessaire. Toutefois, dans le cas de catastrophes de masse, les défis sont amplifiés en raison de la multiplicité des nationalités des victimes, de la fragmentation des corps, des mutilations, du mélange des restes, de l'incinération, etc.

2.3.2 Les modifications consécutives à l'âge, à l'état pathologique, aux anomalies ou à l'intervention d'un dentiste font que la bouche est unique pour chaque individu. Le plus souvent, l'identification dentaire repose sur un examen détaillé des restaurations des zones endommagées par des caries dentaires. Une description complète de la restauration dentaire de l'individu, y compris du type de matériau utilisé et des surfaces restaurées, sert de base pour la comparaison de l'état dentaire AM et PM. De plus, une comparaison entre des radiographies AM et PM est essentielle et peut souvent mener à une identification ou à des preuves convaincantes d'exclusion d'un individu. La comparaison entre les données AM et PM peut déboucher sur un des trois résultats suivants : identification positive (identité établie), identification corroborante (identité possible, identité probable), ou identité exclue. Le nombre de caractéristiques concordantes qui satisfont à l'identité dentaire établie a été et reste controversé. Il y a de nombreuses années, douze caractéristiques concordantes, telles que requises pour l'identification par empreintes digitales, ont été proposées comme seuil d'identification dentaire. Toutefois, il est crucial d'établir une distinction entre les caractéristiques dentaires courantes et celles qui sont propres à l'individu, avant de déterminer qu'une combinaison de caractéristiques individuelles est propre à une personne. Dans certains cas, une seule dent peut être utilisée pour l'identification si elle contient suffisamment de caractéristiques uniques. Les radiographies et photographies cliniques fourniront souvent la clé permettant d'établir ce caractère unique.

2.3.3 Le taux de réussite de l'identification dentaire dépend donc non seulement de la spécificité du cas (destruction physique par mutilation, incendie, putréfaction, etc.) mais aussi de paramètres communautaires, tels que la prévalence d'une pathologie dentaire, le mode de traitement prédominant, la disponibilité de services dentaires et l'existence et l'accessibilité de bons fichiers AM. La contribution des preuves dentaires à l'identification d'une personne a été et reste considérable, tant dans les accidents concernant une seule personne que dans les catastrophes de masse. L'identification par moyens dentaires est moins fructueuse chez les enfants et les jeunes adultes n'ayant pas ou très peu de restaurations. Dans ces situations, les structures dentaires, telles que représentées sur des radiographies intra-buccales, peuvent fournir des indications sur l'âge chronologique de l'individu. Chez les enfants, on s'appuiera sur l'analyse du développement dentaire et sur une comparaison subséquente avec des tableaux de développement dentaire ; chez les adolescents, on se basera sur les dates d'éruption dentaire et, chez les jeunes adultes, sur le développement de la troisième molaire.

2.3.4 Il n'existe pas de formulaire universellement accepté sur lequel transcrire les informations dentaires AM et PM. Alors que les odontostomatologistes légaux continuent à utiliser divers formulaires dentaires, les formulaires de données dentaires du fichier d'IVC d'Interpol sont maintenant adoptés par de plus en plus d'odontostomatologistes légaux dans plusieurs pays. Cette tendance pourrait, à terme, réduire la diversité internationale des informations à partir desquelles établir la déclaration d'identification. Le fichier Interpol est revu tous les cinq ans ; ces formulaires peuvent être téléchargés à partir du site web d'Interpol (voir liste de lectures conseillées).

2.3.5 La clé de la réussite de l'identification des victimes de catastrophes de masse est la préparation. Beaucoup de pays ont désigné des équipes multidisciplinaires nationales ou régionales d'IVC, ou des commissions d'identification, chargées de gérer les situations où les victimes sont nombreuses. D'autres pays n'ont pas établi de procédure officielle en cas de catastrophes de masse mais recourent à des comités « ad hoc » d'IVC ou passent contrat avec des entreprises privées. Dans l'ensemble, les équipes d'IVC devraient, au minimum, inclure des officiers de police expérimentés/des experts en empreintes digitales, des pathologistes et des odontostomatologistes légaux.

2.3.6 Plusieurs logiciels ont été conçus pour accélérer le traitement des documents dans des situations de catastrophes de masse. L'entrée directe des données dans le programme informatique, tant pour l'enregistrement des données PM à la morgue que pour celui des données AM dans le pays d'origine, devrait se généraliser et assurera sans aucun doute des gains de temps et d'énergie. De plus, la facilité avec laquelle les données peuvent être importées et

exportées électroniquement réduit les erreurs de transcription, etc. à un minimum. On peut s'attendre à ce que des explorateurs de données/experts en logiciels soient attachés au service des équipes d'IVC. Parmi les programmes disponibles figure un logiciel conçu pour gérer les informations de toutes les sections des formulaires d'IVC d'Interpol. Il a été élaboré par Plass Data Software A/S (voir liste de lectures conseillées), vers le milieu des années 1990, à l'initiative des Commissions norvégienne et danoise d'identification des victimes. Depuis lors, ce logiciel a été révisé, actualisé et amélioré à la suite d'une étroite collaboration entre ses concepteurs et les utilisateurs représentant des équipes d'IVC et experts du monde entier. Ce système, appelé *DVI System International*, est actuellement le seul logiciel d'IVC approuvé à l'échelon international. Il fournit une réplique exacte des formulaires d'IVC d'Interpol et fonctionne dans les quatre langues d'Interpol : l'anglais, le français, l'espagnol et l'arabe. Ces formulaires ont été traduits dans plusieurs autres langues, à la demande des clients. Ce système offre plusieurs fonctionnalités, dont des options de recherche, pour contribuer à la mise en correspondance des données dentaires, nécessaire pour l'évaluation finale.

2.4 PARAMÈTRES COMMUNAUTAIRES AFFECTANT LE TAUX DE RÉUSSITE DE L'IDENTIFICATION ODONTOSTOMATOLOGIQUE

Données nationales sur la santé dentaire

2.4.1 Une connaissance pratique de l'état de santé buccale des citoyens est essentielle pour les odontostomatologistes légaux. D'autres facteurs démographiques dont il faut avoir conscience sont les différences d'amélioration de la santé dentaire entre divers groupes de la société, les différences d'état de santé dentaire entre la population indigène et des groupes ethniques minoritaires, ainsi qu'entre hommes et femmes.

Variabilité des normes et de la qualité des fichiers dentaires

2.4.2 La déclaration d'identification repose sur l'hypothèse que les fichiers ante mortem sur lesquels on s'est basé étaient corrects et adéquats quant au nom, aux dates, aux annotations écrites et aux fiches de traitement dentaire, etc. D'après les informations disponibles à ce jour, la qualité de la tenue des fichiers dentaires serait très variable dans le monde. L'expérience tirée de catastrophes de masse indique que des fichiers dentaires de bonne qualité, dont des fiches de traitement dentaire et des radiographies, sont disponibles en Europe septentrionale, occidentale et centrale, en Amérique du Nord et en Océanie, tandis que les fichiers dentaires sont limités et difficiles à obtenir dans d'autres parties du monde, en particulier en Europe orientale et en Asie. Au début des années 1970, une notation à deux chiffres a été proposée en tant que norme internationale mais, à ce jour, cette notation dite FDI ou sa variante ISO 3950 n'est pas utilisée partout. L'usage d'abréviations pour enregistrer les traitements dentaires dans les notes et fiches de traitement dentaire est courant dans le monde, mais il n'existe aucun code normalisé, approuvé au niveau international pour l'enregistrement des diverses formes de traitements dentaires, anomalies, etc. Vu la diversité des notations, des systèmes de fiches de traitement dentaire et des abréviations utilisés pour enregistrer les données dentaires, il est important que des odontostomatologistes légaux et non des officiers de police ou des pathologistes interprètent, enregistrent et traduisent des données dentaires AM.

2.5 IDENTIFICATION PAR ÉTABLISSEMENT DE L'EMPREINTE GÉNÉTIQUE DE TISSUS DENTAIRE

Lorsque le corps ne compte pas assez de dents ou que les fichiers dentaires ne sont pas disponibles, l'identification et la détermination du sexe peuvent être réalisées par établissement de l'empreinte génétique, à condition que des échantillons de tissus des parents ou de frères ou sœurs (frottis buccal) ou un échantillon AM connu puissent être

obtenus et utilisés pour la comparaison. Les dents sont une source utile d'ADN et diverses zones des dents, telles que la couronne, l'apex de la racine et, en particulier, le corps de la racine, fournissent une quantité suffisante d'ADN pour permettre l'extraction d'ADN, ce qui justifie une extraction d'ADN à partir d'un fragment de dent trouvé. Ce cas peut se produire après des explosions ou des écrasements d'aéronefs, parce que les restes humains sont alors souvent fragmentés et mélangés. L'ADN génomique trouvé dans le noyau de chaque cellule des tissus calcifiés d'une dent (dentine et cément) et de la pulpe est la principale source pour application médico-légale, mais les cellules contiennent aussi de l'ADN mitochondrial qui, avec le temps, devient la base d'une technique puissante d'identification dentaire. La protéine majeure trouvée dans l'émail humain diffère légèrement entre hommes et femmes en termes de taille et de séquence des nucléotides. Ces différences sont suffisantes pour être utilisées comme outil sensible de détermination du sexe sur de très petits échantillons d'ADN issus de restes osseux ou dentaires humains non identifiés.

2.6 COOPÉRATION ET COMMUNICATION INTERNATIONALES EN ODONTOSTOMATOLOGIE LÉGALE

2.6.1 Interpol est le canal officiel pour l'échange d'informations sur des preuves dentaires et autres liées à des personnes disparues ou à des corps non identifiés. Pour garantir des normes minimales, le Comité permanent d'IVC d'Interpol travaille sans relâche à l'élaboration de lignes directrices pour l'identification des victimes étrangères de catastrophes. Le Guide Interpol sur l'identification des victimes de catastrophes émet, à l'attention des États membres, des recommandations spécifiques sur la coopération internationale en matière d'identification de victimes de catastrophes de masse, recommandations qui encouragent les États membres à mettre en place une équipe nationale d'IVC ainsi qu'une équipe de liaison à activer en cas de catastrophes de masse à l'étranger. Chaque fois que des ressortissants étrangers sont touchés dans des catastrophes de masse, le pays chargé de l'identification doit rapidement établir et entretenir, directement ou via Interpol, une collaboration étroite avec les autorités responsables des pays d'origine de ces victimes. Il est conseillé aux États membres d'explorer la possibilité d'envoyer un ou plusieurs de leurs experts sur le site, pour assister ou participer à l'identification de leurs propres ressortissants ainsi que de ressortissants d'autres pays. Malgré une collaboration efficace entre experts médico-légaux, les différences entre les législations et les systèmes médico-légaux peuvent encore entraver la coordination rationnelle et optimale de l'enquête médico-légale sur une catastrophe de masse. Des obstacles de ce type ont été rencontrés au début de la plus grande opération multinationale d'IVC jamais mise sur pied, à savoir celle qui a été menée après la catastrophe provoquée par le tsunami dans l'océan Indien, en Thaïlande, en décembre 2004. Ils ont toutefois été en grande partie surmontés au fil du temps. Des défis complexes se sont posés, liés à l'identification d'environ 3 000 victimes de quelque 30 pays, alors que le travail se faisait dans des morgues temporaires. Les équipes d'IVC étaient composées d'environ 600 personnes de Thaïlande et de quelque 30 autres pays et comprenaient des odontostomatologues légaux de plus de 20 pays. L'identification de la plupart des victimes du tsunami de Thaïlande a reposé sur des moyens dentaires et sur des empreintes digitales plutôt que sur des résultats d'analyses ADN ; l'importante contribution des preuves dentaires dans cette opération multinationale de grande envergure corrobore l'expérience acquise dans d'autres catastrophes. Cette opération a permis l'établissement de relations entre équipes d'IVC et experts de nombreux pays et des échanges de compétences, d'expériences et de connaissances. Pour encore accroître et consolider les capacités de contribution de l'odontostomatologie légale, le Groupe de travail Odontostomatologie légale de la division de l'IVC, travaillant sous les auspices du Comité permanent d'Interpol sur l'IVC et comprenant des spécialistes en réponses et méthodes d'IVC, a créé plusieurs sous-groupes chargés d'analyser des questions importantes identifiées pendant les récentes opérations consécutives à des catastrophes ; parmi les points d'action à analyser figurent l'actualisation et l'amélioration du Guide et des Formulaires d'IVC et du logiciel *DVI System International*, y compris des suggestions concernant l'établissement d'une norme internationale pour les codes dentaires. L'accréditation d'odontostomatologue légal spécialisé en IVC, basée sur les qualifications et l'expérience, est un autre point de préoccupation parce que l'odontostomatologie légale est une spécialité qui ne peut être pratiquée par des dentistes sans formation et expérience dans ce domaine.

2.6.2 L'*International Organization for Forensic Odonto-Stomatology* (I.O.F.O.S. — Organisation internationale d'odontostomatologie légale ; voir liste de lectures conseillées) chapeaute ses sociétés nationales membres (juin 2008 : 20 sociétés). Un de ses objectifs principaux est d'assurer une liaison entre sociétés d'odontostomatologie légale au

niveau mondial. Le fichier *Worldwide Forensic Odontology Contacts*, aussi appelé « *Burgman List* », est une liste d'odontostomatologistes légaux qui peut être utilisée par des équipes d'IVC dentaire ou d'autres autorités ayant besoin d'aide pour l'obtention de données dentaires ante mortem, etc. (En novembre 2005, la liste couvrait 120 pays.) L'I.O.F.O.S. héberge cette liste et la met à jour régulièrement.

2.7 RÉSUMÉ

La planification est essentielle pour assurer la réussite de l'IVC dans des catastrophes ayant fait de grands nombres de victimes, qu'il s'agisse d'un accident d'origine humaine ou d'une catastrophe naturelle. La clé de la réussite de l'identification dans le cas d'une catastrophe de masse est la préparation. Beaucoup de pays ont désigné des équipes d'IVC multidisciplinaires ou des commissions d'identification, chargées de gérer de telles situations. Des protocoles et procédures normalisés pour l'odontostomatologie, y compris des radiographies et photographies, devraient être fournis aux chefs d'équipe responsables avant d'entamer l'enregistrement des données. Il n'existe pas de formulaire universellement accepté sur lequel transcrire les données dentaires AM et PM, mais les feuilles de données dentaires du formulaire d'IVC d'Interpol sont maintenant adoptées par de plus en plus d'odontostomatologistes légaux dans plusieurs pays. En règle générale, il vaut mieux constituer des équipes de deux odontostomatologistes légaux pour enregistrer et gérer les données AM et PM. Ces données devraient faire l'objet d'une évaluation de la qualité pendant l'enregistrement et avant l'entrée dans les bases de données. Pour établir une identification concluante, il faut utiliser, évaluer et confronter systématiquement, dent par dent, les deux ensembles de données dentaires. Le système appelé *DVI System International* est actuellement le seul logiciel approuvé à l'échelon international pour assurer le traitement et la confrontation des données dentaires nécessaires pour l'évaluation finale de l'identité.

LECTURES CONSEILLÉES

- De Valck, E., "Major incident response: Collecting ante-mortem data," *Forensic Science International*, May 2006, Vol.159, Supp., pp. S15-19.
- Kessler, H.P and R.B. Brannon, "Problems in mass-disaster dental identification: a retrospective review," *Journal of Forensic Sciences*, January 1999, Vol. 44, Issue 1, pp. 123-27.
- Gaytmenn, R. and D. Sweet, "Quantification of forensic DNA from various regions of human teeth," *Journal of Forensic Sciences*, May 2003, Vol. 48, Issue 3, pp. 622-25.
- Kvaal, S.I., "Collection of post-mortem data: DVI protocols and quality assurance," *Forensic Science International*, May 2006; Vol. 159, Supp., pp. S12-14.
- Lunetta, P., et al., "International collaboration in mass disasters involving foreign nationals within the EU. Medico-legal investigation of Finnish victims of the Milan Linate airport SAS SK 686 aircraft accident on 8 October 2001," *International Journal of Legal Medicine*, August 2003, Vol. 117, No. 4, pp. 204-10.
- Nuzolese, E., and G. Di Vella, "Future project concerning mass disaster management: a forensic odontology prospectus," *International Dental Journal*, August 2007, Vol. 57, Issue 4, pp. 261-66.
- Petju, M., et al., "Importance of dental records for victim identification following the Indian Ocean tsunami disaster in Thailand," *Public Health*, April 2007, Vol. 121, No. 4, pp. 251-57.
- Sweet, D., "Solving certain dental records problems with technology – The Canadian solution in the Thailand tsunami response," *Forensic Science International*, May 2006, Vol.159, Supp., pp. S20-23.

Torpet, L.A., "DVI System International: software assisting in the Thai tsunami identification process," *Journal of Forensic Odonto-Stomatology*, June 2005, Vol. 23, No. 1, pp. 19-25.

Interpol: www.interpol.int.

PARTIE V

FORMATION EN MÉDECINE AÉRONAUTIQUE

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 1. FORMATION EN MÉDECINE AÉRONAUTIQUE POUR MÉDECINS-EXAMINATEURS.....	V-1-1
1.1 Introduction	V-1-1
1.2 Formation fondée sur la compétence pour médecins-examineurs	V-1-2
Portée.....	V-1-3
Élaboration d'éléments indicatifs	V-1-4
1.3 Notes explicatives sur le cadre de compétences	V-1-9
Appendice A. Suggestions de connaissances de base minimales requises pour un médecin-examineur	V-1-25
Appendice B. Cadre de compétences	V-1-27
Références	V-1-36

Chapitre 1

FORMATION EN MÉDECINE AÉRONAUTIQUE POUR MÉDECINS-EXAMINATEURS

1.1 INTRODUCTION

Médecin-examineur. Médecin ayant reçu une formation en médecine aéronautique et possédant une connaissance et une expérience pratiques de l'environnement aéronautique, qui est désigné par le service de délivrance des licences pour conduire des examens médicaux de demandeurs de licences ou de qualifications pour lesquelles des conditions d'aptitude physique et mentale sont prescrites.

....

1.2.4.5 Les États contractants désigneront des médecins-examineurs qualifiés, admis à l'exercice légal de la médecine, pour procéder aux examens médicaux d'aptitude des candidats en vue de la délivrance ou du renouvellement des licences ou des qualifications spécifiées aux Chapitres 2 et 3, ainsi que des licences appropriées spécifiées au Chapitre 4.

1.2.4.5.1 Les médecins-examineurs auront reçu une formation en médecine aéronautique et recevront une formation de recyclage à intervalles réguliers. Avant d'être nommés, ils démontreront qu'ils possèdent une compétence suffisante en médecine aéronautique.

1.2.4.5.2 Les médecins-examineurs auront une connaissance et une expérience pratiques des conditions dans lesquelles les titulaires de licences et de qualifications exercent leurs fonctions.

Note.— Une expérience en vol ou en simulateur, l'observation sur place ou toute autre expérience pratique que le service de délivrance des licences juge conforme à cette disposition sont des exemples de connaissance et d'expérience pratiques.

1.1.1 Un médecin-examineur désigné qui répond aux spécifications du paragraphe 1.2.4.5 de l'Annexe 1 (cf. supra) est un médecin que l'autorité nationale compétente a autorisé à effectuer les examens cliniques exigés pour la délivrance des licences d'aviation. Habituellement, il exerce à titre principal dans un autre domaine de la médecine et remplit des fonctions de médecin-examineur désigné sur demande. Il peut être employé à mi-temps ou à plein temps par une compagnie aérienne ou par une administration de l'aviation civile.

1.1.2 Le médecin-examineur de l'aviation civile doit être pleinement conscient de l'importance de l'autorité et des responsabilités qui lui sont conférées. Si, à la suite d'une erreur d'évaluation de l'aptitude physique et mentale d'un candidat, un sujet inapte, pour des raisons médicales ou psychologiques, était tout de même autorisé à exercer les privilèges d'une licence, les répercussions pourraient être graves pour la sécurité des vols, pour l'administration et, en fait, pour l'examineur lui-même. Toutefois, l'examineur doit éviter d'adopter une approche trop stricte, car cela pourrait nuire à la relation entre examinateur et candidat. Comme la plupart des états physiques ou mentaux susceptibles de compromettre la sécurité des vols pourront être mis en évidence à partir des antécédents, l'examineur doit favoriser un climat de confiance. Une formation adéquate en médecine aéronautique est nécessaire pour les examinateurs potentiels, de même que des recyclages pour ceux qui ont été désignés comme médecins-examineurs, mais l'examineur doit aussi acquérir les compétences requises pour mener un examen complet dans un climat de confiance.

1.1.3 L'environnement approprié pour l'examen médical peut être facilité par le département médical du Service de délivrance des licences, qui devrait s'efforcer de mettre en place un processus de certification qui soit transparent et

basé, dans la mesure du possible, sur des preuves scientifiques. Les candidats seront plus susceptibles de livrer des informations personnelles s'ils pensent que, s'ils déclarent un état qui pourrait avoir une importance aéromédicale, ils seront traités équitablement par l'Autorité et que, dans la mesure du possible, les personnes ayant des pouvoirs décisionnels en matière de délivrance des attestations médicales mettront tout en œuvre pour leur maintien en fonction.

1.1.4 Dans la plupart des pays où l'aviation civile tient une place importante, les autorités compétentes ont reconnu la nécessité d'une formation médicale aéronautique spéciale au niveau post-universitaire. Aucun programme d'enseignement médical de base, ni aucun cours de formation post-universitaire dans une spécialité autre que la médecine aéronautique, ne fournit la formation spéciale nécessaire au médecin-examineur désigné. L'amélioration de la qualité des examens d'aptitude physique et mentale dans les États aboutira à une application plus rationnelle et plus uniforme des dispositions médicales de l'Annexe 1. Cette amélioration aura probablement des effets positifs sur le niveau général de la sécurité aérienne à l'échelon national, mais on peut s'attendre aussi à ce qu'elle favorise la reconnaissance et la réciprocité internationales des conditions d'aptitude physique et mentale associées à la délivrance des licences du personnel.

1.1.5 Dans certains États contractants, les médecins-examineurs sont encouragés à s'intéresser aux aspects médicaux des enquêtes sur les accidents d'aviation. Cependant, pour qu'un examineur puisse remplir efficacement des fonctions dans ce domaine, il est souhaitable qu'il reçoive un enseignement systématique sur les procédures fondamentales. Bien que ce type de formation puisse être inclus dans le programme de formation des médecins-examineurs de l'aviation, une formation spécifique supplémentaire est requise.

1.1.6 En plus des séminaires organisés par l'OACI, plusieurs États contractants offrent des programmes post-universitaires en médecine aéronautique. On peut obtenir des renseignements sur ces programmes sur le site web de l'OACI www.icao.int, sous l'onglet « Formation », sous-onglet « Aviation Training Directory ».

1.2 FORMATION FONDÉE SUR LA COMPÉTENCE POUR MÉDECINS-EXAMINEURS

1.2.1 La présente section a pour objet de fournir des éléments indicatifs pour la mise en œuvre de formations fondées sur la compétence pour les médecins-examineurs sollicitant une désignation auprès du Service de délivrance des licences. Elle contient des éléments indicatifs à l'attention des prestataires de formations, ainsi que des États qui mettent en œuvre ces formations ou les évaluent. Le but est d'encourager les États à adopter une approche systématique de la formation en médecine aéronautique, afin que les médecins-examineurs atteignent un niveau approprié et harmonisé de savoir-faire.

1.2.2 L'approche de la formation fondée sur la compétence a été adoptée par l'OACI dans plusieurs domaines, dont la licence de pilote en équipage multiple et la formation d'inspecteurs nationaux de la sécurité. Elle est conçue pour parvenir à des acquis de formation cohérents et normalisés. Comme indiqué au paragraphe 2.2 du Chapitre 2 des *Procédures pour les services de navigation aérienne — Formation* (OACI Doc 9868) :

« L'élaboration d'une formation et d'une évaluation fondées sur la compétence sera basée sur une approche systémique par laquelle les compétences et leurs normes sont définies, la formation, basée sur les compétences identifiées, et les évaluations, conçues pour déterminer si ces compétences ont été réalisées. »

Ce document de l'OACI précise en outre que les approches fondées sur la compétence dans la formation et l'évaluation comprendront au moins les éléments suivants :

- a) justification d'un besoin de formation par une analyse systémique et l'identification d'indicateurs pour l'évaluation ;
- b) utilisation d'une analyse d'emploi et de tâches pour déterminer des normes de performance, les conditions dans lesquelles le travail est exécuté, le caractère critique des tâches et l'inventaire des habiletés, connaissances et attitudes ;

- c) identification des caractéristiques de la population de stagiaires ;
- d) détermination des objectifs de formation à partir de l'analyse des tâches et leur formulation dans un mode observable et mesurable ;
- e) élaboration de tests **liés à un critère**, valables, fiables et axés sur la performance ;
- f) élaboration d'un programme d'études fondé sur des principes d'enseignement à des adultes et destiné à réaliser un parcours optimal vers l'acquisition des compétences ;
- g) élaboration d'une formation **dépendant de matériels** ;
- h) utilisation d'un processus d'évaluation continue afin d'assurer l'efficacité de la formation et sa pertinence pour le service de ligne.

Note.— Voir, dans le Supplément au Chapitre 2, une description détaillée de la méthodologie de conception des cours de l'OACI, une approche fondée sur la compétence dans la formation et l'évaluation, et un exemple de méthodologie ISD.

1.2.3 Dans une approche de la formation fondée sur la compétence :

- la formation est axée sur le résultat. Ce qui importe, c'est ce que les stagiaires sont capables de faire et leur niveau de compétence dans la réalisation de tâches (plutôt que leur niveau de connaissance d'un sujet particulier) ;
- le matériel pédagogique précise clairement ce que l'on attend des stagiaires en termes de performance, dans des conditions déterminées, et de niveau de maîtrise ;
- la formation dépend de matériels et non d'un formateur ;
- l'évaluation pendant et après la formation mesure, de façon valable et fiable, la performance du stagiaire par rapport à une norme spécifiée ;
- les stagiaires reçoivent des commentaires réguliers et immédiats pendant la formation.

Portée

1.2.4 Ce chapitre concerne principalement les examineurs pour les pilotes professionnels (Attestation médicale d'aptitude de classe 1 OACI). L'analyse qui suit se rapportera donc surtout à ce groupe et à son environnement de travail. Toutefois, la plupart de ces principes s'appliquent aussi aux autres catégories de candidats. Des observations sont données ci-dessous concernant les candidats pour les classes 2 et 3.

1.2.5 Classe 2 OACI (principalement pilotes privés) : Les principes qui s'appliquent sont essentiellement les mêmes que pour la classe 1, bien qu'un niveau général d'aptitude moins élevé soit requis et qu'une plus grande latitude soit susceptible d'être appliquée par les médecins-examineurs. Dans certains États, le processus de certification médicale pour les candidats à une attestation de classe 2 se distingue de ce qui s'applique aux autres classes par une plus grande délégation d'autorité aux médecins-examineurs. Toutefois, les procédures appliquées par les examineurs sont en grande partie similaires, même si les exigences de formation et de compétence imposées par l'autorité de réglementation aux médecins-examineurs désignés (MED) examinant uniquement les candidats pour la classe 2 peuvent être moins strictes que celles qui sont imposées aux médecins examinant les candidats pour la classe 1 (ou la classe 3).

1.2.6 Classe 3 OACI (contrôleurs de la circulation aérienne) : Bien que les normes et l'application de la clause de latitude puissent différer selon que la licence sollicitée est de classe 3 ou de classe 1, les contrôleurs de la circulation

aérienne sont des professionnels au sein du même système d'aviation. La plupart des considérations médicales pour la classe 1 s'appliquent aussi à la classe 3, de sorte que le même socle de compétences devrait être requis de la part des médecins-examineurs. Les éléments indicatifs donnés dans le présent chapitre s'appliquent aussi aux médecins-examineurs désignés pour examiner les candidats pour la classe 3.

1.2.7 En plus des trois classes d'attestations médicales OACI, certains États soumettent à une évaluation médicale d'autres membres du personnel de l'aviation, notamment les pilotes amateurs, les instructeurs de saut en parachute en tandem, les pilotes d'ultralégers motorisés et les équipages de cabine, tous exerçant sous des licences qui ne sont pas nécessairement conformes aux normes de l'OACI. Pour ces groupes, le niveau de la réglementation varie fort d'un État à l'autre et la formation des médecins-examineurs désignés pour déterminer leur aptitude physique et mentale n'est pas du ressort de l'OACI.

Élaboration d'éléments indicatifs

1.2.8 Une enquête a été menée dans plusieurs États contractants concernant les programmes de formation existants et les compétences et tâches requises de la part des médecins-examineurs de l'aviation. Les États qui ont répondu à cette enquête représentent toute une palette de régions géographiques et d'approches de la réglementation. Les réponses ont été très diverses.

1.2.9 Dans certains États, tous les examinateurs sont directement employés par l'État. Dans d'autres, ils sont autorisés à, ou tenus de, délivrer l'attestation médicale (même s'il s'agit uniquement d'une attestation temporaire), tandis que dans d'autres encore, ils procèdent seulement à l'examen d'aptitude physique et mentale, l'attestation étant délivrée par une administration centrale sur la base des résultats de l'examen.

1.2.10 Peu d'États ont établi des compétences formelles pour leurs médecins-examineurs, mais beaucoup ont fixé des buts et des objectifs de formation. En termes de prérequis pour suivre la formation, certains États exigent uniquement des qualifications de base en médecine, tandis que d'autres exigent des qualifications, des compétences ou une expérience supplémentaires. Dans certains États, l'achèvement de la formation autorise le médecin à commencer à travailler comme médecin-examineur mais, dans d'autres, il faut encore satisfaire à des exigences supplémentaires, qui comprennent parfois la prestation d'une période d'essai. Dans environ la moitié des États, il existe un processus établi de contrôle ou d'audit de la performance de l'examineur.

1.2.11 Tous les États qui ont répondu à cette enquête donnent une formation aux médecins-examineurs, mais avec de larges écarts dans la portée, la durée et la fréquence des formations. Dans certains États, le Service de délivrance des licences fournit lui-même la formation, tandis que dans d'autres, ce sont des organismes externes qui en sont chargés. La principale méthode de formation est l'exposé magistral, souvent avec démonstrations cliniques et, parfois, visites pratiques (caissons hypobares ou lieux de travail de l'aviation, par exemple). Une formation basée sur ordinateur a été mentionnée par certains États. Une grande diversité de documents de référence écrits sont utilisés, dont des manuels, des ressources en ligne et des documents relatifs à la réglementation.

1.2.12 À la fin de la formation, un examen écrit est la méthode d'évaluation la plus courante, mais certains États font passer un examen pratique ou oral, voire n'imposent aucun examen. L'expérience ou la formation requise des formateurs varie aussi énormément mais, en général, il existe peu d'exigences explicites.

1.2.13 La grande variété d'approches de la formation des MED confirme la nécessité d'harmoniser les programmes de formation, tout en tenant compte des différents contextes de réglementation dans lesquels les médecins-examineurs exercent et des différents environnements de formation dans lesquels ils reçoivent leur formation. La réussite de la mise en œuvre de la formation fondée sur la compétence pour les médecins-examineurs devrait tenir compte de la diversité des paramètres nationaux spécifiques, tout en garantissant le respect des normes de compétence convenues à l'échelon international.

1.2.14 La formulation du cadre de compétences a été réalisée par le Groupe d'étude sur les dispositions médicales de l'OACI (MPSG), composé de représentants de 12 États, auxquels se joignent d'autres participants invités (dont l'Agence européenne de la sécurité aérienne, la Fédération internationale des associations de pilotes de ligne, l'Association du transport aérien international, l'*International Academy of Aviation and Space Medicine*, et l'Association de médecine aéronautique et spatiale) et des conseillers externes qui correspondaient initialement par courriel. Le MPSG s'est réuni durant trois jours en 2009 et a ensuite mené ses consultations par courriel pour convenir d'un contenu-cadre.

1.2.15 Les unités et éléments de compétences ont été tirés d'une analyse des processus qui se produisent au cours d'un examen médical. Bien que le cadre énumère ces unités et éléments de façon séquentielle, ceux-ci ne se présentent en réalité pas nécessairement dans un ordre spécifique ou en tant qu'unités individuelles, car nombre de fonctions sont effectuées en même temps ou de façon répétée.

1.2.16 Les processus ont été groupés en trois grandes sections (unités) :

- faciliter la communication ;
- recueillir et traiter les renseignements médicaux ;
- utiliser ces renseignements pour faciliter l'évaluation médicale.

Note.— L'examen médical fait partie d'un processus plus large d'évaluation médicale de l'aptitude, dont les autres aspects peuvent être menés par une ou plusieurs personnes qui n'ont pas participé personnellement à la réalisation de l'examen médical. Le but de cet examen est de faciliter la décision concernant l'aptitude dans la perspective de la délivrance d'une attestation d'aptitude médicale et les deux parties de ce processus (examen clinique et délivrance d'une décision sur la base de l'examen et de toute autre constatation clinique) devraient être considérées comme un tout plutôt que comme des éléments séparés.

Hypothèses

1.2.17 Une série d'hypothèses sous-tendent la formulation du cadre de compétences. Le texte en italiques les explicite.

1. Le but du processus d'examen est d'optimiser la sécurité aérienne par la gestion du risque aéromédical.

Que l'État exige ou non de l'examineur qu'il prenne la décision d'aptitude, le but ultime du processus d'examen et d'évaluation est de réduire au minimum le risque que la sécurité soit compromise par des facteurs relevant de la médecine aéronautique. Ces facteurs comprennent, sans toutefois s'y limiter, l'incapacité de pilotes ou d'autres titulaires de licences.

2. La formation du médecin-examineur de l'aviation fondée sur la compétence devrait contribuer à atteindre le but énoncé en 1) ci-dessus.

Pour assurer des évaluations bien ciblées, les médecins-examineurs devraient bien comprendre les considérations qui sous-tendent les décisions en médecine aéronautique.

3. Le processus d'examen et d'évaluation médicaux périodiques devrait reposer sur une approche fondée sur le risque.

Les caractéristiques du candidat contribueront à déterminer les domaines que devrait cibler l'examen. Par exemple, chez les candidats âgés, le risque cardiovasculaire devient relativement plus important en tant que cause potentielle d'incapacité. Chez les candidats jeunes, la dépression est relativement plus courante. Mis à part l'âge, plusieurs considérations démographiques et autres peuvent être importantes, notamment le genre, l'origine ethnique, la culture et le type de vol.

4. Les examinateurs potentiels sont des médecins autorisés à exercer qui ont déjà acquis des compétences cliniques de base.

On part de l'hypothèse qu'une autorisation d'exercer la médecine est la preuve d'un niveau acceptable de compétence dans les aptitudes de base d'anamnèse, d'examen physique, de diagnostic et de traitement médical et que, dès lors, la formation des médecins-examineurs ne doit pas vérifier la maîtrise de toutes les compétences cliniques de base ni des connaissances médicales fondamentales. Il est au contraire admis que ces aspects ont été vérifiés au sein de chaque État avant le début de la formation. Le but de la formation de médecin-examineur, telle qu'abordée dans le présent chapitre, est de s'appuyer sur les compétences cliniques et connaissances de base pour fournir des compétences et connaissances supplémentaires liées aux tâches et de favoriser les attitudes requises pour maîtriser les tâches spécialisées que devra réaliser un médecin-examineur. La formation et son évaluation devraient donc s'attacher à développer ces compétences supplémentaires et à vérifier que celles-ci ont bien été acquises.

5. Les médecins-examineurs désignés potentiels sont à jour en termes de connaissances et de pratique médicales.

La formation permanente et la pratique clinique sont essentielles pour entretenir les compétences. L'État emploie divers moyens pour garantir que les examineurs reçoivent une formation permanente et tiennent à jour leurs compétences dans le domaine de la pratique clinique. La vérification de cette actualisation des compétences sort quelque peu des limites de la formation des médecins-examineurs, même si elle est susceptible de révéler des déficiences. Il peut toutefois être nécessaire que les États s'assurent que chaque candidat à une formation de médecin-examineur maîtrise pleinement les compétences médicales de base, surtout si le travail habituel du candidat n'inclut pas la pratique de ces compétences.

Contexte

1. Principes directeurs

La formulation du cadre de compétences repose sur les postulats suivants :

- a) L'incapacité physique est une cause rare d'accidents dans les aéronefs à deux pilotes effectuant des vols commerciaux.
- b) L'incidence générale de maladies physiques augmente considérablement avec l'âge.
- c) Dans beaucoup d'États, l'incidence de problèmes de santé mentale, tels que la dépression et l'utilisation problématique de substances psychotropes, augmente, alors que les maladies cardiovasculaires sont en régression.
- d) Pour certaines pathologies, notamment la dépression et l'alcoolisme, des stratégies de prévention ont fait leurs preuves dans la population générale.
- e) Dans sa forme actuelle, l'examen médical révisionnel n'aborde pas formellement la santé mentale ou les problèmes comportementaux liés à un état pathologique dans la même mesure que la détection de maladies physiques.
- f) L'examen physique révisionnel, comme tous les examens médicaux, tirera avantage d'une anamnèse complète.
- g) Les événements actuels de la vie peuvent compromettre la performance des titulaires de licences.

2. Contexte de la sécurité

Dès les débuts de l'aviation, des normes médicales ont été appliquées aux aviateurs, l'objectif majeur étant d'assurer la sécurité des vols. Le premier accident mortel d'un aérodyne a eu lieu en 1909 (DeJohn, 2004) et, depuis, le secteur est passé d'aéronefs transportant quelques personnes à des aéronefs transportant plusieurs centaines de passagers. En conséquence, un seul accident d'aéronef aujourd'hui peut avoir de très graves conséquences. Les gros aéronefs étant pilotés par des pilotes professionnels, le présent chapitre cible principalement ce groupe de pilotes, comme indiqué ci-dessus. Lorsque des pilotes privés sont mêlés à un accident d'aviation, le nombre de victimes est nettement moindre car, en règle générale, ce genre d'aéronef ne transporte qu'un à trois passagers. De plus, la probabilité de causer des dommages à d'autres personnes, que ce soit au sol ou dans un autre aéronef, est minime (bien que de tels accidents se produisent de façon très occasionnelle).

En réalité, des facteurs médicaux sont rarement la cause principale d'accidents d'aviation : ils le sont, au maximum, dans peut-être 1 % des cas, voire beaucoup moins parmi les vols de compagnies aériennes pilotés par des professionnels. Il a été estimé que, pour l'ensemble du secteur, 3 pour 1 000 accidents d'aéronefs (15 pour 1 000 accidents mortels d'aéronefs) résultent d'une incapacité du pilote (Booze, 1989), bien que ces chiffres n'incluent pas les accidents dans lesquels des aspects médicaux ont pu être des facteurs contributifs et non une cause primaire. Vu qu'il est difficile d'identifier les causes médicales, il se peut que, dans certaines situations, une cause médicale primaire ait existé mais qu'elle n'ait pas pu être établie par les procédures d'enquête.

Ce qui est important, c'est que dans les accidents dus à des facteurs médicaux, certaines causes prédominent. Une étude a analysé les accidents mortels d'aéronefs (à 2 pilotes) commerciaux sur une période de 20 ans (1980-2000) et a répertorié dix cas dans lesquels des facteurs médicaux ont été identifiés comme la ou les causes. Sur ces dix cas, huit ont été attribués à un trouble psychiatrique et six d'entre eux étaient liés à l'alcool et/ou à d'autres drogues (Evans, 2007). L'analyse qui suit va donc accorder une attention particulière à ces troubles.

3. Buts et limites du processus d'examen

On considère généralement qu'un examen médical a pour but principal de détecter des pathologies ayant une propension à provoquer une incapacité (Evans, 2006). Citons, à titre d'exemples, les crises d'épilepsie, les troubles du rythme cardiaque et la perte de connaissance. Ce n'est toutefois qu'un aspect de l'examen médical, un aspect ayant d'importantes limites.

L'incapacité peut être soudaine ou insidieuse et le degré d'avertissement aura une incidence sur les conséquences. La cause de loin la plus courante d'une incapacité en vol est un trouble gastro-intestinal aigu, qu'un examen médical de routine ne peut quasi jamais prévoir. De plus, une incapacité peut être évidente ou subtile, cette dernière pouvant entraîner des conséquences encore plus graves parce qu'elle sera détectée tard. Il faut aussi distinguer l'incapacité passive, dans laquelle l'individu ne réagit plus, de l'incapacité active, comme dans le cas d'une crise d'épilepsie, dans laquelle le pilote peut entraver directement la maîtrise de l'aéronef.

Il existe une autre catégorie d'incapacité en vol, provoquée non par des facteurs médicaux (bien que ces cas soient souvent signalés dans les systèmes de compte rendu d'incidents comme dus à des causes médicales), mais par des risques liés à l'environnement opérationnel, tels que le risque d'hypoxie, d'exposition au monoxyde de carbone ou à des émissions toxiques provenant de la combustion. Comme ces types d'incapacité ne sont pas étroitement liés à des facteurs individuels, ils ne peuvent être prédits par un examen médical.

Un certain degré de risque d'incapacité est toujours présent. Par exemple, tous les individus ont un risque de fond de faire une crise d'épilepsie, risque établi entre 0,1 et 1 % par an, selon l'âge (Heaney, 2002). C'est pourquoi il faut faire preuve de jugement quant au niveau de risque acceptable. On a beaucoup écrit à ce sujet et beaucoup d'États appliquent un seuil de risque qui ne soit pas supérieur à 1 % par an pour un individu exerçant ses fonctions dans un environnement professionnel en équipage multiple. Ce seuil est tiré d'un calcul du risque acceptable d'accident catastrophique, par rapport aux risques liés à d'autres causes associées à l'exploitation d'aéronefs (Tunstall-Pedoe,

1984). Nous ne reproduirons pas les détails ici, mais le concept essentiel est que le seuil de 1 % a été calculé pour produire un risque d'incapacité catastrophique du pilote qui ne soit pas supérieur au risque d'autres défaillances catastrophiques du système, telles que des défaillances d'importants systèmes de motorisation des aéronefs. Plus récemment, certains ont avancé que le seuil de 1 % pourrait être révisé (Mitchell et Evans, 2004). Le plus important, toutefois, c'est que les médecins-examineurs aient une bonne compréhension de la façon dont le risque aéromédical est évalué et des limites de cette évaluation. (Voir la Partie I, Chapitre 3 — Incapacité en vol d'un membre d'équipage de conduite, pour un examen plus détaillé de l'incapacité en vol et du risque aéromédical acceptable.)

La fréquence des incapacités réelles en vol n'est pas connue (DeJohn, 2004) et, pour obtenir de meilleures informations, l'OACI a adopté une recommandation demandant aux États de mettre en place des mécanismes de collecte de données sur les incapacités en vol (OACI, Annexe 1, paragraphe 1.2.4.2, applicable à partir de novembre 2010). La principale protection contre l'incapacité dans les aéronefs de transport aérien est la présence d'un deuxième pilote, couplée à la formation des pilotes à la gestion des urgences liées à une incapacité (DeJohn, 2004). De même, chez les contrôleurs de la circulation aérienne, des protections existent lorsque de multiples contrôleurs et superviseurs peuvent détecter une incapacité et prendre le relais.

Toutefois, le risque qu'une incapacité résulte d'un événement inattendu n'est que l'un des domaines évalués dans le cadre de l'examen médical pour l'aviation. Les autres domaines comprennent :

- l'évaluation de la capacité fonctionnelle à exercer des fonctions aéronautiques. Les exemples évidents sont, entre autres, l'altération de la vision, de l'audition ou de la mobilité. L'évaluation de ces fonctions requiert l'application de normes et la prise en considération de l'environnement aéronautique dans lequel l'individu peut être amené à travailler ;
- l'évaluation de pathologies susceptibles de s'aggraver dans l'environnement du vol et donc de compromettre la sécurité aérienne. Par exemple, un candidat asthmatique pourrait ne pas ressentir de symptômes au sol, mais connaître une exacerbation aiguë du problème lorsqu'il sera exposé à des pressions en oxygène réduites et aux températures basses liées à une décompression explosive en altitude. Par ailleurs, un pilote qui a récemment fait soigner un décollement de la rétine par injection de gaz dans le globe oculaire risque des effets négatifs sur la vision s'il est exposé aux faibles pressions atmosphériques en haute altitude ;
- l'évaluation de pathologies susceptibles d'être aggravées par l'environnement de travail. Citons, à titre d'exemple, une perte d'audition qui pourrait être accélérée par l'exposition à des environnements aéronautiques bruyants. Il s'agit d'un aspect légèrement différent, lié plus à la santé au travail que directement à la sécurité aérienne ; ce cas de figure concerne plus les effets du travail sur la santé que l'incidence de la santé sur le travail. On peut se demander si la protection de la santé d'un individu est un objectif approprié pour l'autorité de réglementation mais, dans la pratique, il est presque certain que cet aspect sera englobé dans le processus d'examen médical.

En outre, deux autres processus peuvent être envisagés. Le premier est la fourniture d'une éducation à la santé (par exemple, discussion de facteurs liés au mode de vie, tels que le tabagisme et l'exercice physique). Certains argueront que cela ne relève pas strictement du rôle du médecin-examineur de l'aviation, mais nombre de praticiens de la médecine et de candidats considéreraient comme approprié, et comme relevant des bonnes pratiques, de discuter de ces facteurs lorsqu'ils sont mentionnés au cours du processus d'examen médical. En outre, des conseils en la matière peuvent être pertinents pour l'aptitude future du candidat à des fonctions aéronautiques.

Le deuxième processus est celui de développer de bonnes relations entre l'examineur et le candidat, pour faciliter la déclaration d'états physiques ou mentaux pathologiques ou d'événements médicaux. Lors de l'examen médical révisé, le candidat répond à des questions directes sur de tels aspects, mais, ces examens étant annuels ou moins fréquents encore, la plupart des états pathologiques apparaissent entre les examens médicaux. De plus, les processus de signalement de ces problèmes (y compris des médicaments pris) sont généralement moins bien réglementés que

ceux des examens médicaux révisionnels. C'est donc le pilote ou le contrôleur de la circulation aérienne qui doit décider d'informer ou non le Service de délivrance des licences. La qualité de la relation établie avec le médecin-examineur peut peser dans sa décision.

L'OACI a fait des progrès dans ce domaine et a introduit, dans l'Annexe 1, une recommandation concernant le signalement de maladies à des moments autres que l'examen médical révisionnel :

1.2.6.1.1 Recommandation.— *Il est recommandé que les États veillent à ce que les titulaires de licence reçoivent des lignes directrices claires sur les conditions médicales qui concernent la sécurité des vols et sur les circonstances dans lesquelles demander des éclaircissements ou des indications auprès d'un médecin-examineur ou du service de délivrance des licences.*

La gestion de ces communications de renseignements devrait donc être du ressort des médecins-examineurs, afin que ceux-ci puissent prendre des décisions en connaissance de cause sur l'aptitude du pilote à continuer à piloter malgré l'existence d'un état pathologique ou la prise d'un traitement.

1.3 NOTES EXPLICATIVES SUR LE CADRE DE COMPÉTENCES

1. Structure

Le cadre de compétences compte quatre niveaux :

- 0. Unité de compétence (« Les principaux processus sont ... »)
- 0.0 Élément de compétence (« Les mesures qu'un médecin-examineur désigné compétent devrait prendre dans le cadre de ces processus sont ... »)
- 0.0.0 Critères de performance (« Le MED devrait normalement effectuer ... »)
- 0.0.0.0 Preuves et guide d'évaluation (« Au terme de la formation, l'examineur sera à même de prouver qu'il peut ... »)

2. Contexte

Certains États ont des programmes de formation bien établis, qui forment des examinateurs maîtrisant les compétences exposées dans le présent document. D'autres États cherchent peut-être à mettre en place des cours qui répondent aux exigences de l'OACI. Le présent cadre de compétences fournira la base sur laquelle ils pourront s'appuyer. De plus, des programmes peuvent servir à former des médecins-examineurs de différents États. Ce cadre donne des indications quant à la formation générale applicable à tous les États ainsi qu'aux aspects qui devront être couverts pour ou au nom de chaque État, afin de répondre aux exigences spécifiques de chacun d'eux.

Parmi les divers critères de performance et preuves et guides d'évaluation figurent beaucoup de points qui varieront selon l'État dans lequel l'examineur travaille. Ces éléments spécifiques au contexte sont présentés en *italiques*. Si la formation est donnée à de futurs examinateurs qui travailleront pour un service spécifique de délivrance des licences, par ex. pour un service de délivrance des licences d'un État autre que celui dans lequel la formation est donnée, il faudra que les informations pertinentes sur ces points soient données au futur MED par le Service de délivrance des licences. Par exemple, le formulaire médical à remplir par un candidat peut varier d'un service de délivrance des licences à l'autre, tout comme le processus de traitement administratif de ce formulaire.

Les informations pertinentes pourraient être communiquées de deux façons : soit l'organisme de formation aura accès aux exigences de formation pertinentes actualisées du Service de délivrance des licences de l'autre État et les communiquera à l'étudiant ou aux étudiants dans le cadre de la formation, soit l'examineur recevra, de la part du

Service de délivrance des licences, une formation supplémentaire distincte. En l'absence d'exigences contraires, le prestataire de formations peut souhaiter former les candidats conformément à la pratique normale de l'État dans lequel se déroule la formation, afin d'illustrer une méthode acceptable.

3. Connaissances de base

Le projet de cadre de compétences repose sur la nécessité de former les futurs médecins-examineurs aux compétences requises pour réaliser une évaluation médicale d'un candidat à une licence. Outre le cadre fondé sur la compétence, il est indispensable que le médecin-examineur maîtrise les connaissances de base. Il appartient aux États/prestataires de formations de déterminer si ces connaissances de base peuvent être acquises en tant que partie intégrante d'un programme de formation fondé sur la compétence pour les médecins-examineurs ou par le biais d'un programme de formation distinct, acceptable pour le Service de délivrance des licences. Ces connaissances de base incluent des aspects de la physiologie aéronautique, des connaissances de la médecine aéronautique clinique relatives aux états pathologiques pertinents pour l'aviation et des aspects de la réglementation en matière médicale (tels que les termes de l'OACI et les normes et pratiques recommandées pertinentes). Le présent chapitre comporte une section sur l'analyse critique de renseignements médicaux, tels que des rapports de spécialistes. Il s'agit d'un point important car les auteurs de tels rapports peuvent assumer le rôle d'avocat pour leur patient ou exprimer des avis sur l'aptitude à piloter qui ne reposent pas sur une compréhension solide de l'environnement aéronautique et du rôle de leur patient dans cet environnement. Il contient en outre une section sur les concepts de gestion du risque (y compris une évaluation du risque reposant sur l'évaluation de la probabilité et des conséquences, et l'application de stratégies d'atténuation du risque) et sur leurs modalités d'application aux décisions aéromédicales.

L'Appendice A esquisse des suggestions de contenus minimaux pour ces connaissances de base.

Notes sur certains aspects du cadre de compétences

Les unités et éléments de compétence, critères de performance, ainsi que les preuves et guides d'évaluation sont énumérés ci-après. Une note d'explication est donnée pour les éléments principaux (les éléments spécifiques au contexte sont en italiques). Le Cadre de compétences complet, sans ajout de notes explicatives, figure à l'Appendice B.

1. FACILITER LA COMMUNICATION

1.1 Amorcez l'interaction et convenez des conditions

Cette unité porte en grande partie sur les procédures, mais elle couvre une compétence importante que doit maîtriser l'examineur. Comme chaque État a ses propres procédures, ces éléments sont essentiellement spécifiques au contexte.

1.1.1 *Identifiez le candidat*

1.1.1.1 Expliquez l'importance d'une identification formelle

1.1.1.2 *Énumérez les exigences posées par le Service de délivrance des licences pour l'identification des candidats*

1.1.1.3 *Décrivez le processus d'identification des candidats*

1.1.2 *Faites compléter les formulaires appropriés (y compris toutes déclarations et tous consentements)*

1.1.2.1 *Exposez comment obtenir les versions actualisées de tous les formulaires disponibles*

1.1.2.2 *Expliquez comment sélectionner les formulaires appropriés pour le candidat concerné*

1.1.2.3 *Énumérez tous les aspects des formulaires sur lesquels il faut donner une explication particulière au candidat*

- 1.1.2.4 *Décrivez le processus de vérification de la façon dont les formulaires ont été remplis (y compris les déclarations et consentements)*
- 1.1.2.5 *Décrivez les actions à entreprendre si des formulaires ont été mal remplis (y compris les déclarations et consentements)*
- 1.1.2.6 *Expliquez les conséquences d'une fausse déclaration*
- 1.1.3 *Clarifiez des détails administratifs*
 - 1.1.3.1 *Expliquez les vérifications des renseignements de base exigées par le Service de délivrance des licences (par ex. licence, attestation actuelle/précédente, limitations existantes) et les raisons justifiant ces vérifications*
 - 1.1.3.2 *Expliquez les autres exigences administratives du Service de délivrance des licences (par ex. perception d'une redevance)*
- 1.1.4 *Vérifiez que le contexte réglementaire du processus a été abordé*
 - 1.1.4.1 *Expliquez la relation entre médecin-examineur et candidat*
 - 1.1.4.2 *Décrivez tous conflits d'intérêt réels/potentiels (par ex. relation personnelle, examinateur d'une compagnie aérienne) et comment ces conflits seront gérés*
- 1.1.5 *Fournissez au candidat des informations sur le respect de la vie privée/la confidentialité*
 - 1.1.5.1 *Expliquez qui est propriétaire du rapport d'évaluation médicale et des documents y afférents, ainsi que des renseignements fournis par le candidat, et qui a accès à ces éléments*
 - 1.1.5.2 *Expliquez comment ces points sont exposés aux candidats*

Les médecins-examineurs étant désignés par l'État, il leur incombe d'aider l'État à assumer sa responsabilité de réduire au minimum le risque pour la sécurité aérienne. Ce rôle diffère de beaucoup, si pas de la plupart, des autres rôles cliniques, dans lesquels le médecin est principalement responsable vis-à-vis du patient. En cas de conflit entre la responsabilité du médecin-examineur désigné envers le patient et sa responsabilité envers l'État, c'est la responsabilité envers l'État qui doit primer. Dans beaucoup d'États, la situation se complique par le fait que le candidat peut payer des honoraires au médecin désigné pour la conduite de cet examen médical obligatoire. Néanmoins, les responsabilités devraient être clairement définies. Un conflit pourrait survenir lorsqu'un candidat ne souhaite pas qu'un état pathologique soit divulgué au Service de délivrance des licences, mais que l'examineur estime que cet état peut gravement compromettre la sécurité. L'examineur doit clairement expliquer les corrélations entre ses obligations relatives à la sécurité et les souhaits du candidat et exposer quelles sont les obligations légales de l'examineur concernant la divulgation de ces informations. Tout conflit d'intérêt doit être bien compris par l'examineur et doit être géré avec prudence. Les processus relatifs à la confidentialité, au consentement et à la divulgation doivent faire partie intégrante de la formation du médecin-examineur.

1.2 Établissez de bonnes relations et favorisez un environnement de communication franche

L'emploi des termes « médecin-examineur » et « examen médical » est pertinent. La perception que beaucoup de gens, y compris des aviateurs, des législateurs, voire les MED eux-mêmes, ont du processus d'examen est que c'est une inspection visant à identifier des états physiques ou mentaux susceptibles d'avoir des incidences négatives sur la sécurité des vols. Ceci est vrai seulement pour quelques états. Beaucoup de problèmes pertinents ne sont pas détectables à l'examen physique et l'examineur doit souvent s'appuyer sur les renseignements fournis par le candidat. Par exemple, un pilote ou un contrôleur qui fait des crises d'épilepsie ou connaît de fréquentes syncopes paraîtra probablement normal à l'examen physique. Dans la plupart des cas, de tels problèmes ne seront mis au jour que sur déclaration du candidat. Le mécanisme le plus efficace pour en être informé est donc d'encourager un climat de franche communication.

Diverses raisons peuvent amener le candidat à ne pas déclarer un problème. En voici quelques exemples :

- i) Le candidat n'a pas compris l'obligation de déclarer un certain état physique ou mental, ou son importance.

- ii) Oubli d'un problème ou d'un événement médical.
- iii) Crainte de perdre une attestation médicale en cours de validité, donc de ne pouvoir piloter/travailler à titre temporaire ou définitif.
- iv) Méfiance vis-à-vis de l'examineur ou du système de réglementation de l'aviation. Si le candidat a l'impression que la déclaration d'un problème aura pour conséquence inévitable ou déraisonnable la perte de sa licence de pilote ou de son travail, il sera peu enclin à la franchise.
- v) Culpabilité, honte ou embarras — en particulier pour des états dans lesquels un certain degré de déni est reconnu comme étant caractéristique (notamment dépendance à une substance, maladie psychiatrique ou trouble de l'alimentation).

Il est manifeste que la non-déclaration est courante dans certains domaines. Canfield et al. (2006) ont comparé les substances médicamenteuses trouvées post mortem chez des pilotes décédés dans des accidents d'aviation mortels aux états pathologiques et prises de médicaments que ces pilotes avaient déclarés à la *Federal Aviation Administration* des États-Unis. Ils ont constaté des indices de sous-déclaration de la part des pilotes dans ce domaine : sur 387 pilotes chez qui une prise de médicaments a été détectée, 26 % seulement avaient signalé prendre des médicaments et 8 % seulement avaient fait une déclaration correcte. D'autres études ont constaté des preuves similaires de sous-déclaration (Hudson, 2002 ; Sen, 2007).

L'OACI estime que les états pathologiques seront plus susceptibles d'être communiqués si un climat de confiance peut s'établir entre l'examineur et le candidat. Le moyen le plus aisé d'y parvenir est de laisser une relation se construire au fil du temps. Certains commentateurs ont évoqué les risques de collusion entre examineur et candidat (facteur abordé au paragraphe 1.1.4.1 ci-dessus), mais l'aviation court un plus grand risque si des informations importantes pour la sécurité ne sont pas communiquées à l'examineur. C'est pourquoi la création d'un environnement propice à la divulgation d'informations peut permettre au médecin-examineur d'avoir une plus grande incidence sur la sécurité aérienne. Les contacts entre examineur et candidat étant généralement peu fréquents et brefs, il est suggéré d'encourager les médecins-examineurs à s'efforcer de favoriser le développement de bonnes relations avec le candidat, dans les limites des contraintes qui leur sont imposées. Nombre de facteurs de l'environnement et l'interaction pendant l'examen médical peuvent y contribuer.

1.2.1 Amorcez l'interaction et la discussion sur des questions générales, de façon à promouvoir un environnement non menaçant :

- a) expliquez l'importance des premiers moments d'interaction ;
- b) énumérez les aspects de la conception/configuration du bureau ou du cabinet de consultation susceptibles de mettre les candidats à l'aise ;
- c) énumérez les facteurs du processus de la médecine aéronautique susceptibles de créer un environnement menaçant ;
- d) énumérez des questions et commentaires d'introduction appropriés à un examen médical pour l'aviation ;
- e) énumérez des aspects du langage corporel qui facilitent l'établissement de bonnes relations.

1.2.2 Enquêtez sur les situations au travail et à domicile et sur les difficultés :

- a) expliquez l'importance des facteurs de stress privés et professionnels pour la performance en aviation et la sécurité des vols ;
- b) énumérez les aspects de la vie privée et professionnelle qu'il pourrait être approprié d'évoquer ;

- c) identifiez des moments appropriés de la rencontre pour poser des questions sur des situations de la vie professionnelle et de la vie privée ;
- d) décrivez une question ouverte et expliquez la valeur de ce type de questions et de questions de suivi ;
- e) énumérez les difficultés typiques de la vie professionnelle et de la vie privée auxquelles est confronté le personnel de l'aviation.

Si elle est amorcée et menée au moment approprié, cette discussion sur la vie professionnelle et la vie privée présente le double avantage de favoriser l'établissement de bonnes relations et de fournir des indications sur la situation que vit le candidat (cf. point 2.2.7 ci-dessous).

1.2.3 Faites preuve d'une bonne connaissance des lieux de travail typiques de l'aviation :

- a) faites preuve d'une bonne connaissance des lieux de travail des pilotes professionnels et des contrôleurs de la circulation aérienne ;
- b) fournissez des preuves de visites de plusieurs de ces lieux de travail (tels que des postes de pilotage d'aéronefs commerciaux, des simulateurs de vol/de contrôle de la circulation aérienne, des écoles de pilotage, des tours de contrôle, des centres radar).

Un examinateur qui connaît bien le travail et le lieu de travail d'un candidat inspire davantage confiance quant à sa capacité de comprendre les informations fournies par le candidat. Un médecin-examineur efficace comprendra l'environnement de vol, les facteurs de stress pendant le vol et les rôles des pilotes et des contrôleurs de la circulation aérienne et il se sera familiarisé avec leurs lieux de travail. La connaissance et l'expérience pratiques de ces lieux de travail font partie des exigences de l'Annexe 1 de l'OACI pour les médecins-examineurs :

1.2.4.5.2 Les médecins-examineurs auront une connaissance et une expérience pratiques des conditions dans lesquelles les titulaires de licences et de qualifications exercent leurs fonctions.

L'examineur qui ne connaît pas bien le lieu de travail spécifique d'un candidat devrait au moins afficher sa volonté d'en apprendre plus.

1.2.4 Montrez de l'intérêt pour la santé générale et le bien-être du candidat :

- a) expliquez l'importance et la pertinence de discuter des caractéristiques du mode de vie/du bien-être et des comportements tels que la pratique d'un sport, le régime alimentaire, la consommation d'alcool et de drogues, le tabagisme et le sommeil ;
- b) décrivez des questions typiques sur la santé pouvant être soulevées pendant la discussion ;
- c) expliquez l'importance de répondre à ces questions lorsqu'elles sont posées et de donner des conseils ;
- d) expliquez comment traiter les questions de santé qui dépassent le cadre de l'examen aéromédical.

Généralement, le médecin-examineur n'intervient pas comme médecin traitant et, traditionnellement, l'approche réglementaire formelle n'envisage que l'aptitude pour la délivrance d'une attestation médicale, objectif pour lequel il ne semble pas nécessaire d'évaluer le mode de vie ou de fournir des conseils en matière de prévention. Toutefois, ces aspects peuvent avoir des incidences à long terme sur la santé du candidat (Feig, 2005 ; About USPSTF, 2010) et l'examen obligatoire peut offrir une occasion d'engager la discussion sur des questions sanitaires importantes ainsi que de favoriser la confiance. Pour certains états physiques ou mentaux, les efforts destinés à encourager des interventions

visant à prévenir une maladie future pourraient être plus avantageux pour garantir la sécurité à long terme que des efforts consentis pour détecter une telle maladie une fois qu'elle s'est déclarée. Par exemple, la *Preventive Services Task Force* (Service de médecine préventive) des États-Unis a recueilli des éléments prouvant que des conseils pour arrêter de fumer donnaient de meilleurs résultats sanitaires que les dépistages de routine des coronaropathies.

2. RECUEILLIR ET TRAITER LES INFORMATIONS PERTINENTES SUR L'ÉTAT DE SANTÉ DU CANDIDAT

2.1 Demandez et évaluez les antécédents médicaux

Comme exposé ci-dessus, un grand nombre d'états pathologiques pouvant avoir une incidence sur la sécurité ne seront mis en évidence que s'ils sont déclarés par le candidat. Une partie essentielle de l'examen aéromédical consiste donc à répertorier tous les antécédents médicaux. Un questionnaire écrit facilite ce travail. Les réponses fournies par le candidat peuvent amener l'examineur à poser d'autres questions. On peut aisément affirmer que cette partie consacrée aux antécédents médicaux est plus cruciale que l'examen physique. L'examineur doit être passé maître dans l'art d'évaluer les informations qui ont été fournies ou ne l'ont pas été. L'évaluation des antécédents médicaux est une compétence clinique clé de tout médecin, mais dans le contexte aéronautique elle est menée et appliquée d'une façon un peu différente.

2.1.1 Questionnez le candidat sur les antécédents mentionnés par écrit afin de susciter la communication de plus amples détails sur des réponses positives ou omises :

- a) expliquez les limites d'un questionnaire écrit sur les antécédents ;
- b) décrivez le processus utilisé pour vérifier s'il y a des omissions ;
- c) décrivez le processus utilisé pour identifier des réponses positives clés ;
- d) décrivez le processus utilisé pour enquêter plus avant sur des réponses positives clés ;
- e) énumérez des exemples d'omissions clés ;
- f) énumérez des exemples de réponses positives clés.

2.1.2 Interrogez le candidat sur des réponses négatives données dans le questionnaire écrit sur les antécédents qui pourraient être pertinentes (par rapport à d'autres réponses) :

- a) décrivez le processus utilisé pour identifier des réponses négatives clés ;
- b) décrivez le processus utilisé pour enquêter plus avant sur des réponses négatives clés ;
- c) énumérez des exemples de réponses négatives clés.

2.1.3 Approfondissez le questionnement en fonction du profil de risque du candidat :

- a) identifiez des facteurs typiques, démographiques ou autres, engendrant un risque de pathologies sous-jacentes ;
- b) énumérez des exemples de questions spécifiques qui seraient appropriées pour des profils de risque spécifiques.

2.1.4 Actualisez continuellement votre image mentale des questions potentiellement importantes :

- a) énumérez des exemples de domaines des antécédents qui pourraient requérir une attention particulière lors d'examens ultérieurs ;
- b) décrivez comment identifier ces points et comment établir leur ordre de priorité pour des examens ultérieurs ;
- c) identifiez, à partir d'un antécédent médical déterminé, les problèmes potentiellement importants ;
- d) montrez comment établir l'ordre de priorité de ces problèmes par rapport au risque pour la sécurité aérienne.

2.2 Procédez à l'examen

L'examen physique systématique n'est pas, en lui-même, d'une grande efficacité comme moyen de détecter une maladie importante. Toutefois, comme mentionné ci-dessus, il peut constituer la partie de l'évaluation médicale à laquelle les candidats accordent le plus de poids. Cet examen est utile car il constitue un moyen important de vérifier des points soulevés dans les antécédents et de faire passer un message de professionnalisme et de fiabilité.

2.2.1 Pratiquez un examen systématique conforme aux exigences du Service de délivrance des licences :

- a) *montrez comment trouver les exigences du Service de délivrance des licences pour la conduite de l'examen médical ;*
- b) expliquez les objectifs, le but et les limites de l'examen physique ;
- c) décrivez une séquence logique d'un examen physique complet ;
- d) énumérez les processus utilisés pour éviter des omissions ;
- e) décrivez comment l'examen peut être ciblé sur des appareils ou des domaines spécifiques.

Une grande partie de l'examen physique fait partie de la routine et de la pratique quotidienne de tous les médecins. L'examineur devrait être capable de le pratiquer d'une façon systématique et complète, mais en portant attention à des domaines cibles éventuellement mis en lumière par les antécédents médicaux mentionnés. De plus, certains aspects se distinguent en termes de pertinence pour la sécurité des vols et de fréquence de problèmes et méritent donc une attention particulière lors de l'examen. Ils sont exposés ci-dessous.

2.2.2 Procédez à l'examen ciblé comme indiqué :

- a) décrivez comment l'examen peut être ciblé sur la base des constatations ressortant des antécédents ;
- b) décrivez comment l'examen peut être ciblé sur la base des constatations de l'examen général ou d'une observation du candidat.

L'âge et d'autres caractéristiques démographiques du candidat devraient être pris en considération. Il faudrait accorder une attention particulière aux problèmes plus probables pour la tranche d'âge à laquelle appartient le candidat. L'OACI a recommandé (2009) que les États autorisent les médecins-examineurs à sauter certains points d'examen régulier liés à l'évaluation de l'aptitude physique des candidats de moins de 40 ans, pour leur permettre de se concentrer sur les points considérés comme les plus pertinents au vu du profil de risque du candidat (Annexe 1, § 6.3.1.2.1).

2.2.3 Au cours de l'examen, ciblez les domaines présentant un risque plus élevé d'incapacité :

- a) identifiez les aspects de l'évaluation de l'aptitude physique pouvant requérir une attention particulière au vu du risque d'incapacité ;
- b) décrivez le processus relatif à la pratique de ces aspects de l'évaluation.

Comme indiqué plus haut, il est plus probable que la plupart des causes d'incapacité pouvant être décelées pendant un examen médical régulier le seront à partir des antécédents médicaux plutôt que sur la base des constatations de l'examen médical. Toutefois, l'examen du système cardiovasculaire en particulier peut fournir des informations précieuses, surtout chez les candidats plus âgés.

2.2.4 Au cours de l'examen, ciblez les domaines à haut risque concernant la capacité fonctionnelle, surtout l'acuité visuelle :

- a) *énumérez les exigences du Service de délivrance des licences pour tester la vision à distance et la vision rapprochée ;*
- b) montrez ou décrivez le processus de test et d'enregistrement de l'acuité visuelle à distance et de la vision rapprochée, avec et sans correction ;
- c) identifiez les erreurs potentielles dans ce processus et indiquez comment les éviter ;
- d) *décrivez les actions à entreprendre après un résultat anormal.*

Il convient de s'intéresser de près à deux sens spécifiques : la vision (y compris la vision des couleurs) et l'audition, qui font toutes deux partie de l'examen et de la formation des médecins-examineurs.

2.2.5 Au cours de l'examen, ciblez les domaines à haut risque concernant la capacité fonctionnelle, surtout la vision des couleurs :

- a) *énumérez les exigences du Service de délivrance des licences pour tester la vision des couleurs ;*
- b) montrez ou décrivez le processus de dépistage de la vision des couleurs au moyen des planches pseudo-isochromatiques ;
- c) identifiez les erreurs potentielles dans ce processus et indiquez comment les éviter ;
- d) *décrivez les actions à entreprendre après un résultat anormal.*

Les planches pseudo-isochromatiques sont mentionnées spécifiquement parce qu'elles sont très importantes pour évaluer la vision des couleurs et sont citées dans la norme 6.2.4.3 de l'Annexe 1 :

6.2.4.3 Le candidat subira une épreuve permettant de déterminer s'il est capable d'identifier correctement une série de tables pseudo-isochromatiques éclairées à la lumière du jour ou à une lumière artificielle de même température de couleur que celle fournie par la source étalon C ou D₆₅ définie par la Commission internationale de l'éclairage (CIE).

Toutefois, si de nouvelles technologies sont mises au point et introduites, les médecins-examineurs devront avoir la compétence requise pour les utiliser.

2.2.6 Au cours de l'examen, ciblez les domaines à haut risque concernant la capacité fonctionnelle, surtout l'audition :

- a) faites la démonstration de l'épreuve de la voix chuchotée ;
- b) décrivez les techniques utilisant un diapason ou d'autres méthodes appropriées pour distinguer la perte d'audition de transmission de la perte d'audition neurosensorielle.

Alors que nombre d'États utilisent l'audiométrie dans les examens réguliers, cette technique n'est pas requise à chaque examen et il reste nécessaire d'employer des techniques cliniques pour évaluer l'audition.

2.2.7 Au cours de l'examen, ciblez les domaines à haut risque concernant le comportement, surtout l'évaluation de facteurs psychiatriques et psychosociaux :

- a) décrivez les méthodes pour évaluer la fonction psychiatrique dans un contexte de médecine aéronautique ;
- b) identifiez d'importants indicateurs de fonction psychiatrique anormale ;
- c) décrivez les méthodes pour évaluer ces indicateurs de façon plus approfondie ;
- d) expliquez l'importance des facteurs psychosociaux du moment ;
- e) décrivez les méthodes permettant de comprendre les facteurs psychosociaux ;
- f) décrivez les méthodes permettant d'évaluer de façon plus approfondie la gravité et l'incidence de ces facteurs.

Les domaines peut-être les plus importants de l'examen concernent le comportement. Une compétence importante à cet égard est l'évaluation des facteurs psychiatriques et psychosociaux. Cette phrase peut sembler confondre des éléments différents, mais c'est un choix délibéré. Un examen psychiatrique complet ne serait normalement pas mené par un médecin-examineur désigné. Il devrait toutefois être normal, au cours d'un examen médical, d'entreprendre une évaluation empirique des caractéristiques de la maladie psychiatrique, notamment le comportement, l'apparence, l'orientation, la mémoire, la forme et le contenu de la pensée, l'humeur et l'affectivité/les émotions.

De même, bien que les contraintes temporelles empêchent la réalisation d'une évaluation psychologique complète, il serait utile pour les médecins-examineurs d'obtenir un aperçu du milieu psychologique et des circonstances sociales du candidat au cours d'un échange portant sur la situation privée/familiale et sur le stress professionnel, points évoqués au paragraphe 1.2.2 ci-dessus. On pourrait affirmer que cet aspect est au moins aussi important que beaucoup d'autres parties de l'évaluation traditionnelle de l'aptitude physique. Nombre des états physiques ou mentaux susceptibles de contribuer à un accident ne relèvent pas de problèmes médicaux majeurs mais de problèmes situationnels, c.-à-d. tributaires des circonstances que vit un individu. Les événements de la vie ou préoccupations du moment, tels que des soucis relationnels, des conflits familiaux, un stress familial, des difficultés financières, des difficultés au travail (y compris la fatigue) ou des conflits sur le lieu de travail (voire des événements positifs tels que le mariage, une naissance ou une promotion), recèlent la possibilité de provoquer des préoccupations et d'être sources de distraction chez les pilotes ou les contrôleurs de la circulation aérienne. Ils pourraient donc avoir une incidence importante sur la sécurité des vols, même s'ils ne constituent pas une pathologie médicale ou un diagnostic. Le MED est bien placé pour identifier de telles situations et pour en discuter avec le candidat, afin de s'assurer qu'un soutien professionnel adéquat, de nature médicale ou non, est fourni, et que le candidat fait preuve d'un bon jugement pour décider d'éviter temporairement de piloter, si nécessaire. De plus amples éléments indicatifs concernant la santé mentale et les problèmes comportementaux sont fournis au Chapitre 2 de la Partie I et au Chapitre 9 de la Partie III.

2.2.8 Au cours de l'examen, ciblez les domaines à haut risque concernant le comportement, en identifiant en particulier les anomalies des fonctions cognitives :

- a) énumérez les causes importantes typiques d'anomalies de la fonction cognitive chez les candidats à des fonctions aéronautiques ;
- b) énumérez les indicateurs d'anomalies de la fonction cognitive ;
- c) identifiez les outils disponibles pour approfondir l'évaluation de la fonction cognitive.

On distingue les facteurs psychiatriques et psychosociaux de la fonction cognitive. Un déclin de la fonction cognitive est souvent envisagé chez les pilotes vieillissants, mais il peut se produire dans bien d'autres situations, notamment en cas de traumatisme crânien, de dépression, de maladie cérébrovasculaire ou d'usage de substances posant problème. Il apparaît normalement avec le vieillissement, mais ni son degré ni son déclenchement ne sont prévisibles et il peut être présent chez des aviateurs professionnels longtemps avant l'âge normal de la retraite. Ce déclin de la fonction cognitive pourrait être plus facile à détecter dans un environnement opérationnel [par ex. lors d'évaluations sur simulateur ou de vérifications des performances en vol (vérifications de compétence en route)], mais le médecin-examinateur pourrait aussi être la première personne à même de déceler de tels changements. Dans de tels cas, la compétence en évaluation de la fonction cognitive appuierait l'évaluation requise des facteurs psychiatriques/ psychologiques. Des tests de la mémoire à court terme, des questionnaires de mini-examen de l'état mental et d'autres évaluations simples, réalisables dans un bureau, peuvent constituer une évaluation initiale de la fonction cognitive en cas de suspicion d'altération de cette fonction.

2.2.9 Au cours de l'examen, ciblez les domaines à haut risque concernant le comportement, en particulier en évaluant l'usage de substances pouvant poser problème (notamment l'alcool, des médicaments sous prescription ou en vente libre et des drogues en vente libre utilisées à des fins récréatives) :

- a) expliquez l'importance de l'usage de substances pouvant poser problème dans l'environnement aéronautique ;
- b) énumérez des caractéristiques de l'usage de substances pouvant poser problème, y compris les différences entre abus et dépendance ;
- c) décrivez comment des médicaments sous prescription peuvent engendrer un usage posant problème ;
- d) décrivez comment des médicaments en vente libre peuvent engendrer un usage posant problème ;
- e) énumérez les indicateurs d'usage de substances pouvant poser problème ;
- f) identifiez les outils disponibles pour approfondir l'évaluation de l'usage de substances posant problème ;
- g) exposez brièvement les processus permettant de déterminer la probabilité d'une dépendance à une substance ;
- h) identifiez les options disponibles pour la prise en charge des candidats ayant un usage de substances posant problème.

À cet égard, l'accent est mis sur la détection de l'usage de substances posant problème, y compris de troubles potentiels liés à l'usage de substances et, en particulier, de la dépendance à des substances et de l'abus de substances. La dépendance à une substance est acceptée comme pathologie médicale à la fois par la DSM-IV de l'*American Psychiatric Association* et par la CIM-10 (« syndrome de dépendance ») de l'Organisation mondiale de la Santé. Sa détection est rendue difficile par le déni qui en est un élément caractéristique. Il est dès lors proposé d'exiger des

médecins-examineurs qu'ils aient un certain niveau de compétence dans la détection et l'évaluation des troubles liés à l'usage de substances, y compris une bonne connaissance du *Manuel sur la prévention de l'usage de substances posant problème sur les lieux de travail en aviation* de l'OACI (Doc 9654).

La gestion de la dépendance à des substances en aviation est un des aspects prouvant l'intérêt de systèmes de communication franche, sous la forme de programmes tels que ceux qui sont connus aux États-Unis sous l'appellation *Human Intervention Motivation Study* (HIMS — Étude de motivation de l'intervention humaine). Avant les années 1970, un diagnostic de dépendance à une substance, y compris d'alcoolisme, entraînait une disqualification définitive, avec pour conséquence que les taux de détection étaient très bas (la plupart des pilotes n'étant pas enclins à reconnaître leur problème). Le programme HIMS a introduit une voie permettant d'autoriser les pilotes souffrant de dépendance à une substance à reprendre leurs fonctions après traitement fructueux et mise en place de mesures de suivi dans le cadre d'un programme permanent de rétablissement sous surveillance. Plus de 4 000 pilotes ont été autorisés à reprendre leurs fonctions via le programme HIMS ces dernières décennies (Hudson, 2009). Nombre d'autres États ont mis en place des programmes similaires. Les médecins-examineurs devraient avoir une solide compréhension de ces programmes et de leur place dans la prise en charge des troubles liés à l'usage de substances en aviation.

L'usage de substances posant problème pourrait être considéré comme un aspect de l'évaluation psychiatrique et psychologique, mais il est ici mis en évidence en tant qu'élément distinct, vu le rôle disproportionné de l'alcool et d'autres problèmes liés aux drogues dans les accidents imputés à des causes médicales (voir aussi la Partie III, Chapitre 9, Santé mentale). Il est suggéré que ces outils ou d'autres outils similaires soient incorporés dans la formation et les compétences des médecins-examineurs.

2.2.10 Au cours de l'examen, ciblez les domaines à haut risque concernant la capacité fonctionnelle, surtout les troubles du sommeil et la fatigue :

- a) expliquez l'importance des troubles du sommeil en aviation commerciale ;
- b) énumérez les caractéristiques des rythmes circadiens, des cycles normaux du sommeil et des troubles courants du sommeil ;
- c) énumérez des questions appropriées à poser sur le sommeil et la fatigue ;
- d) énumérez des signes physiques associés aux troubles du sommeil ;
- e) décrivez les processus à suivre pour approfondir l'évaluation d'un éventuel trouble du sommeil et le traiter ;
- f) décrivez comment le risque de fatigue peut être atténué par des mesures d'hygiène du sommeil ;
- g) décrivez comment des médicaments peuvent être utilisés pour réduire au minimum le risque de fatigue et énumérez les précautions à prendre.

Le dernier domaine qui mérite d'être mis en évidence est celui des troubles du sommeil courants, principalement les apnées obstructives du sommeil. Les conséquences potentielles de la somnolence pour la sécurité des vols ont été mises en lumière par un incident de 2009, dans lequel deux pilotes ont dépassé leur lieu de destination en dormant (*National Transportation Safety Board*, 2008), incident qui a été lié en partie à un diagnostic d'apnée du sommeil chez un de ces pilotes. Les apnées du sommeil sont probablement largement sous-diagnostiquées dans l'aviation commerciale comme chez les conducteurs (Krieger, 2007). Il est fort possible de passer à côté, à moins de poser des questions spécifiques sur des symptômes tels que les ronflements, des observations de la respiration effectuées par le ou la partenaire, la somnolence diurne et la sudation nocturne. Le médecin-examineur devra faire preuve d'une vigilance accrue chez les candidats souffrant de diabète sucré de type 2 ou ayant une grande circonférence de cou. Ce dernier point est donc un domaine qui devrait faire l'objet d'une mention lors de l'examen de l'aptitude physique.

L'usage de somnifères par le candidat est aussi un point qu'il faut aborder pendant la formation. Nombre de Services de délivrance des licences admettent que ce type de médicament a sa place dans la médecine aéronautique réglementaire mais il est clair que certains somnifères sont inappropriés. Les sujets à aborder sont les suivants :

- Médicaments acceptables
- Pharmacologie pertinente, par ex. durée d'action
- Temps minimum requis entre l'ingestion et la prise de service
- Nécessité pour les titulaires de licence d'éviter des médicaments en vente libre ou des traitements non supervisés
- Nécessité pour ceux qui conseillent les titulaires de licence de bien comprendre le contexte opérationnel des titulaires de licence.

Le Chapitre 17, Fatigue et opérations aériennes, de la Partie III fournit de plus amples informations sur les troubles du sommeil et la fatigue.

2.3 Menez les investigations de routine requises par le Service de délivrance des licences et interprétez-en les résultats

Le médecin-examineur reçoit des rapports supplémentaires liés à l'examen médical et doit les interpréter. Dans certains États, ces rapports peuvent être nombreux mais, au minimum, les médecins-examineurs recevront des électrocardiogrammes, des rapports d'audiométrie (dans la plupart des États) et, parfois, des rapports sur la vision. Ces rapports concernent des organes clés et on attend des médecins-examineurs un certain degré de maîtrise de leur interprétation.

2.3.1 Réalisez et interprétez des électrocardiogrammes :

- identifiez les exigences du Service de délivrance des licences pour la réalisation des électrocardiogrammes ;*
- décrivez comment préparer le candidat et mettre en place l'équipement ;
- décrivez comment optimiser le contact des électrodes et éviter des interférences ;
- montrez le positionnement correct des dérivations et comment identifier une inversion d'électrodes ;
- identifiez les variantes électrocardiographiques normales courantes ;
- identifiez les troubles importants de la fréquence, du rythme et de l'axe, tels que les blocages cardiaques, la fibrillation atriale, la tachycardie supraventriculaire et les blocs de branche ;
- identifiez l'hypertrophie ventriculaire gauche ;
- identifiez des infarctus du myocarde anciens ou récents et une ischémie actuelle.

2.3.2 Interprétez les résultats d'audiométrie à sons purs (ou d'autres méthodes d'évaluation de l'audition) :

- identifiez les exigences du Service de délivrance des licences pour la réalisation des examens d'audiométrie ;*
- décrivez comment réaliser une audiométrie à sons purs ;
- expliquez le décalage temporaire du seuil et son importance ;

- d) identifiez une perte d'audition significative ;
- e) identifiez une perte d'audition asymétrique et décrivez son importance ;
- f) décrivez comment distinguer la perte d'audition de transmission et la perte d'audition neuro-sensorielle ;
- g) énumérez les causes potentielles de perte d'audition de transmission ;
- h) énumérez les causes potentielles de perte d'audition neurosensorielle ;
- i) citez les mesures de suivi pour les diverses causes de perte d'audition ;
- j) décrivez d'autres méthodes d'évaluation de l'audition et leurs mérites.

2.3.3 Interprétez les tests de vision :

- a) *identifiez les exigences du Service de délivrance des licences pour la réalisation des épreuves de vision ;*
- b) identifiez les normes applicables pour la vision à distance et la vision rapprochée ;
- c) expliquez la myopie, l'hypermétropie, la presbytie et l'astigmatisme ;
- d) interprétez correctement les erreurs de réfraction à partir de rapports d'ophtalmologistes ou d'optométristes ;
- e) expliquez l'importance des phories pour la sécurité des vols ;
- f) décrivez les caractéristiques des lunettes et des lentilles de contact ;
- g) énumérez les préoccupations pour la sécurité aérienne que posent les types de lunettes et de lentilles de contact courants;
- h) énumérez les préoccupations pour la sécurité aérienne que posent les types courants de chirurgie réfractive.

2.4 Demandez et interprétez des investigations et rapports supplémentaires, si nécessaire

Sur la base des constatations des antécédents, de l'examen et de toutes investigations de routine requises, le médecin-examineur peut demander et organiser des compléments d'investigation. Ce processus requiert l'application de compétences fondamentales de la pratique médicale, à savoir comprendre les schémas qui se dégagent des constatations des antécédents, de l'examen et des investigations de routine et formuler de nouvelles questions auxquelles des investigations supplémentaires devront répondre.

2.4.1 Décelez les schémas courants se dégageant des constatations cliniques qui réclament des examens complémentaires :

- a) identifiez, à partir des antécédents, des exemples de schémas de symptômes courants nécessitant des investigations ;

- b) identifiez, à partir des signes perçus à l'examen, des exemples de schémas courants nécessitant des investigations ;
- c) identifiez, à partir des anomalies courantes décelées durant les investigations de routine, des exemples nécessitant de plus amples investigations.

2.4.2 Organisez les investigations appropriées :

- a) à partir d'exemples courants de pathologies médicales, décrivez l'approche adoptée pour sélectionner des investigations ;
- b) décrivez comment organiser les investigations appropriées ;
- c) analysez les résultats des investigations et les conclusions des rapports.

3. UTILISEZ LES INFORMATIONS MÉDICALES DISPONIBLES POUR FACILITER UNE ÉVALUATION MÉDICALE COMPLÈTE

3.1 Si le Service de délivrance des licences le demande, donnez un avis aéromédical fondé sur le risque

L'évaluation d'un candidat qui ne satisfait pas pleinement aux normes médicales pertinentes requiert souvent un certain degré de jugement. L'OACI reconnaît ce fait et a introduit à cette fin le concept de « latitude d'application », en vertu duquel, alors même qu'il existe une norme et que le candidat ne satisfait pas à cette norme, « les conclusions de médecins agréés montrent que ... l'exercice des privilèges afférents à la licence demandée n'est pas de nature à compromettre la sécurité aérienne » ; ces conclusions tiennent compte de l'habileté, des aptitudes et de l'expérience du candidat, ainsi que de toute restriction imposée au titulaire de licence (Annexe 1, § 1.2.4.9).

Dans beaucoup d'États, non seulement les médecins-examineurs réalisent les examens d'aptitude physique et mentale, mais ils sont aussi habilités à délivrer ou à refuser une attestation médicale. Dans certains États, ils prennent une décision temporaire, dans l'attente d'une confirmation du Service de délivrance des licences ; dans d'autres, ils prennent une décision sur le fond. Dans certains États, le médecin-examineur peut même être habilité à formuler une conclusion de médecin agréé. Même dans des États où l'autorité de réglementation prend les décisions de « délivrance/refus » à un échelon centralisé, les médecins-examineurs peuvent être invités à aviser les pilotes ou les contrôleurs de la circulation aérienne d'une inaptitude temporaire. Il est presque inévitable que les médecins-examineurs prennent des décisions aéromédicales ; il s'agit en effet de la fonction principale des praticiens de la médecine aéronautique civile.

3.1.1 Compilez et analysez les constatations :

- a) décrivez le processus d'analyse des constatations des antécédents, de l'examen et des investigations et compilez une liste des pathologies et considérations médicales pertinentes ;
- b) décrivez le processus de vérification de l'exhaustivité des informations compilées et préparez la communication aux parties intéressées.

3.1.2 Envisagez le contexte professionnel et évaluez le risque :

- a) identifiez des aspects du travail du candidat et de l'environnement de travail qui affectent le niveau de risque pour la sécurité aérienne associé à la pathologie médicale ;
- b) identifiez les restrictions possibles ou d'autres facteurs d'atténuation du risque pouvant être appliqués ;

- c) en tenant compte de ces facteurs, décrivez le processus d'évaluation du risque pour la sécurité des vols que comporte l'état physique ou mental du candidat pour en estimer la gravité et déterminer la probabilité de conséquences aéromédicales.

3.1.3 Formulez une recommandation :

- a) énumérez les étapes de la préparation d'une recommandation ou d'un avis à adresser au Service de délivrance des licences ;
- b) montrez comment formuler une recommandation à partir d'un exemple de documents cliniques.

3.1.4 *Communiquez l'avis au candidat et à l'autorité responsable, comme exigé :*

- a) énoncez les exigences du Service de délivrance des licences pour la communication de recommandations et d'avis ;
- b) décrivez le processus requis pour communiquer la recommandation/l'avis ;
- c) énumérez toutes considérations juridiques potentielles liées à la communication de ces informations.

Les procédures de communication seront spécifiques au contexte et chaque État devra s'assurer que ses médecins-examineurs connaissent bien les procédures pertinentes.

3.2 Appliquez les procédures administratives

Bien que les procédures et les détails varient énormément d'un État à l'autre, un des domaines clés de compétence des médecins-examineurs sera inévitablement la procédure administrative liée aux examens d'aptitude physique et mentale. Cette procédure comprendra des éléments tels que la tenue de dossiers, le compte rendu et la communication avec le Service de délivrance des licences, ainsi que la préservation de la confidentialité des données médicales. Elle couvrira aussi la participation et le soutien à quelque processus de révision ou d'audit que ce soit entrepris par le Service de délivrance des licences. Elle peut comporter des éléments de suivi des candidats, tels que des examens révisionnels pendant la durée de validité de l'attestation médicale. Une bonne pratique médicale exige qu'un médecin-examineur ne soit pas à lui seul responsable de l'évaluation de l'aptitude sans une forme d'audit de routine de la part d'une autre personne ayant la formation appropriée. Toutes les procédures administratives sont spécifiques au contexte, de sorte que chaque État devra s'assurer de la compétence de ses médecins-examineurs dans ce domaine.

3.2.1 *Recueillez les documents et correspondez avec le Service de délivrance des licences :*

- a) *décrivez le processus de collecte des documents et de groupement de ceux qu'il faut envoyer au Service de délivrance des licences ;*
- b) *énoncez les exigences du Service de délivrance des licences en matière de communication ;*
- c) *énoncez les exigences imposées par le Service de délivrance des licences pour la révision ou l'audit des examens d'aptitude physique et mentale ;*
- d) *décrivez le processus de participation à ces révisions ou audits.*

3.2.2 *Communiquez et stockez les informations comme exigé :*

- a) *décrivez les exigences en matière de communication avec le Service de délivrance des licences, avec le candidat et avec toute autre partie intéressée ;*

- b) *décrivez comment faire référence aux exigences de protection des données/de la vie privée s'appliquant aux dossiers des examens d'aptitude physique et mentale ;*
- c) *décrivez les processus de protection et de sécurisation des dossiers ;*
- d) *indiquez à qui les dossiers peuvent être communiqués et dans quelles circonstances.*

Appendice A

SUGGESTIONS DE CONNAISSANCES DE BASE MINIMALES REQUISES D'UN MÉDECIN-EXAMINATEUR

Comme expliqué plus haut, tous les médecins-examineurs participeront, dans une certaine mesure, à la prise de décisions d'aptitude en rapport avec des états physiques ou mentaux. À cette fin, le médecin-examineur doit s'appuyer sur une solide compréhension du cadre réglementaire, des responsabilités et obligations redditionnelles, y compris du processus de latitude d'application que prévoit la norme 1.2.4.9 de l'Annexe 1. Il y parviendra en utilisant sa connaissance de la médecine aéronautique clinique, en tenant compte d'aspects de la gestion du risque.

Pour pouvoir évaluer des problèmes de type aéromédical, les médecins-examineurs doivent apprendre quelles sont les difficultés psychologiques et physiologiques inhérentes au pilotage. Le résumé ci-dessous est suggéré comme base raisonnable de connaissance pour soutenir des compétences spécifiques dans le cadre exposé ci-dessus. Ces matières pourraient être enseignées selon une méthode basée sur les connaissances ou dans le cadre d'un programme fondé sur la compétence.

Physiologie aéronautique

- Cognition et aviation
- Prise de décisions et communication en aviation
- Sommeil et fatigue en rapport avec l'aviation commerciale
- Physique de l'atmosphère ; effets de l'altitude sur les gaz piégés
- Effets de l'hypoxie
- Aspects fonctionnels de la vision pertinents pour l'aviation
- Désorientation spatiale
- Effets de l'accélération

Médecine aéronautique clinique

- Aspects de l'incapacité en vol
- Effets du vieillissement en rapport avec la sécurité aérienne
- Pathologies cardiaques pertinentes pour l'aviation
- Pathologies neurologiques pertinentes pour l'aviation
- Pathologies ophtalmologiques pertinentes pour l'aviation
- Pathologies oto-rhino-laryngologiques pertinentes pour l'aviation
- Pathologies respiratoires pertinentes pour l'aviation
- Pathologies psychiatriques pertinentes pour l'aviation
- Pathologies métaboliques/endocriniennes pertinentes pour l'aviation
- Autres pathologies pertinentes pour l'aviation (surtout les pathologies gastro-intestinales, hématologiques, urologiques, rénales, gynécologiques/obstétriques, orthopédiques et oncologiques)
- Médications pertinentes pour l'aviation

Santé publique

- Introduction au Règlement sanitaire international de l'Organisation mondiale de la Santé (2005)
- Connaissance des SARP liées à la santé publique
Annexe 6 — *Exploitation technique des aéronefs* : Fournitures médicales

- Annexe 9 — *Facilitation* : Planification de la préparation à une urgence de santé publique, Déclaration générale d'aéronef
- Annexe 11 — *Services de la circulation aérienne* : Aspects pertinents des urgences de santé publique dans la planification d'urgence
- Annexe 14 — *Aérodromes* : Aspects pertinents des urgences de santé publique dans la planification d'urgence des aérodromes
- Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien* : Voir Partie III, Chapitre 18, Appendice
- Annexe 18 — *Sécurité du transport aérien des marchandises dangereuses* : Transport aérien de matériel médical, notamment de matières radioactives et d'échantillons biologiques

Réglementations en matière médicale

- Convention relative à l'aviation civile internationale et ses Annexes
- Normes et pratiques recommandées de l'OACI, avec un accent particulier sur les SARP liées aux aspects médicaux
- Types de licence et différences d'exigences médicales entre ces types
- Annexe 1 de l'OACI : différence entre « Licence » et « Attestation médicale ». Périodes de validité des attestations médicales
- Application de la « norme de latitude d'application » 1.2.4.9 de l'Annexe 1 et conclusion de médecin agréé
- Évaluation des preuves — évaluation critique des rapports et des données de spécialistes
- Réduction de l'aptitude médicale — procédure administrative pour une décision d'inaptitude
- Autres réglementations médicales dans les Annexes de l'OACI (substances psychoactives, fatigue, oxygène)
- Principes de gestion du risque
- Principes de gestion de la sécurité, tels qu'appliqués à la médecine aéronautique

— — — — —

Appendice B

CADRE DE COMPÉTENCES

Le cadre de compétences compte quatre niveaux :

- 0. Unité de compétence (« Les principaux processus sont ... »)
- 0.0 Élément de compétence (« Les mesures qu'un médecin-examineur désigné compétent devrait prendre dans le cadre de ces processus sont ... »)
- 0.0.0 Critères de performance (« Le MED devrait normalement effectuer ... »)
- 0.0.0.0 Preuves et guide d'évaluation (« Au terme de la formation, l'examineur sera à même de prouver qu'il peut ... »)

1. FACILITER LA COMMUNICATION

1.1 Amorcez l'interaction et convenez des conditions

Cette unité porte en grande partie sur les procédures, mais elle couvre une compétence importante que doit maîtriser l'examineur. Comme chaque État a ses propres procédures, ces éléments sont essentiellement spécifiques au contexte.

1.1.1 *Identifiez le candidat*

- 1.1.1.1 Expliquez l'importance d'une identification formelle
- 1.1.1.2 *Énumérez les exigences posées par le Service de délivrance des licences pour l'identification des candidats*
- 1.1.1.3 *Décrivez le processus d'identification des candidats*

1.1.2 *Faites compléter les formulaires appropriés (y compris toutes déclarations et tous consentements)*

- 1.1.2.1 *Exposez comment obtenir les versions actualisées de tous les formulaires disponibles*
- 1.1.2.2 *Expliquez comment sélectionner les formulaires appropriés pour le candidat concerné*
- 1.1.2.3 *Énumérez tous les aspects des formulaires sur lesquels il faut donner une explication particulière au candidat*
- 1.1.2.4 *Décrivez le processus de vérification de la façon dont les formulaires ont été remplis (y compris les déclarations et consentements)*
- 1.1.2.5 *Décrivez les actions à entreprendre si des formulaires ont été mal remplis (y compris les déclarations et consentements)*
- 1.1.2.6 *Expliquez les conséquences d'une fausse déclaration*

1.1.3 *Clarifiez des détails administratifs*

- 1.1.3.1 *Expliquez les vérifications des renseignements de base exigées par le Service de délivrance des licences (par ex. licence, attestation actuelle/précédente, limitations existantes) et les raisons justifiant ces vérifications*
- 1.1.3.2 *Expliquez les autres exigences administratives du Service de délivrance des licences (par ex. perception d'une redevance)*

1.1.4 *Vérifiez que le contexte réglementaire du processus a été abordé*

- 1.1.4.1 *Expliquez la relation entre médecin-examineur et candidat*

- 1.1.4.2 Décrivez tous conflits d'intérêt réels/potentiels (par ex. relation personnelle, examinateur d'une compagnie aérienne) et comment ces conflits seront gérés
- 1.1.5 *Fournissez au candidat des informations sur le respect de la vie privée/la confidentialité*
- 1.1.5.1 *Expliquez qui est propriétaire du rapport d'évaluation médicale et des documents y afférents, ainsi que des renseignements fournis par le candidat, et qui a accès à ces éléments.*
- 1.1.5.2 *Expliquez comment ces points sont exposés aux candidats*
- 1.2 Établissez de bonnes relations et favorisez un environnement de communication franche
- 1.2.1 Amorcez l'interaction et la discussion sur des questions générales, de façon à promouvoir un environnement non menaçant :
- a) expliquez l'importance des premiers moments d'interaction ;
 - b) énumérez les aspects de la conception/configuration du bureau ou du cabinet de consultation susceptibles de mettre les candidats à l'aise ;
 - c) énumérez les facteurs du processus de la médecine aéronautique susceptibles de créer un environnement menaçant ;
 - d) énumérez des questions et commentaires d'introduction appropriés à un examen médical pour l'aviation ;
 - e) énumérez des aspects du langage corporel qui facilitent l'établissement de bonnes relations.
- 1.2.2 Enquêtez sur les situations au travail et à domicile et sur les difficultés :
- a) expliquez l'importance des facteurs de stress privés et professionnels pour la performance en aviation et la sécurité aérienne ;
 - b) énumérez les aspects de la vie privée et professionnelle qu'il pourrait être approprié d'évoquer ;
 - c) identifiez des moments appropriés de la rencontre pour poser des questions sur des situations de la vie professionnelle et de la vie privée ;
 - d) décrivez une question ouverte et expliquez la valeur de ce type de questions et de questions de suivi ;
 - e) énumérez les difficultés typiques de la vie professionnelle et de la vie privée auxquelles est confronté le personnel de l'aviation.
- 1.2.3 Faites preuve d'une bonne connaissance des lieux de travail typiques de l'aviation :
- a) faites preuve d'une bonne connaissance des lieux de travail des pilotes professionnels et des contrôleurs de la circulation aérienne ;
 - b) fournissez des preuves de visites de plusieurs de ces lieux de travail (tels que des postes de pilotage d'aéronefs commerciaux, des simulateurs de vol/de contrôle de la circulation aérienne, des écoles de pilotage, des tours de contrôle, des centres radar).

1.2.4 Montrez de l'intérêt pour la santé générale et le bien-être du candidat :

- a) expliquez l'importance et la pertinence de discuter des caractéristiques du mode de vie/du bien-être et des comportements tels que la pratique d'un sport, le régime alimentaire, la consommation d'alcool et de drogues, le tabagisme et le sommeil ;
- b) décrivez des questions typiques sur la santé pouvant être soulevées pendant la discussion ;
- c) expliquez l'importance de répondre à ces questions lorsqu'elles sont posées et de donner des conseils ;
- d) expliquez comment traiter les questions de santé qui dépassent le cadre de l'examen aéromédical.

2. RECUEILLIR ET TRAITER LES INFORMATIONS PERTINENTES SUR L'ÉTAT DE SANTÉ DU CANDIDAT

2.1 Demandez et évaluez les antécédents médicaux

2.1.1 Questionnez le candidat sur les antécédents mentionnés par écrit afin de susciter la communication de plus amples détails sur des réponses positives ou omises :

- a) expliquez les limites d'un questionnaire écrit sur les antécédents ;
- b) décrivez le processus utilisé pour vérifier s'il y a des omissions ;
- c) décrivez le processus utilisé pour identifier des réponses positives clés ;
- d) décrivez le processus utilisé pour enquêter plus avant sur des réponses positives clés ;
- e) énumérez des exemples d'omissions clés ;
- f) énumérez des exemples de réponses positives clés.

2.1.2 Interrogez le candidat sur des réponses négatives données dans le questionnaire écrit sur les antécédents qui pourraient être pertinentes (par rapport à d'autres réponses) :

- a) décrivez le processus utilisé pour identifier des réponses négatives clés ;
- b) décrivez le processus utilisé pour enquêter plus avant sur des réponses négatives clés ;
- c) énumérez des exemples de réponses négatives clés.

2.1.3 Approfondissez le questionnement en fonction du profil de risque du candidat :

- a) identifiez des facteurs typiques, démographiques ou autres, engendrant un risque de pathologies sous-jacentes ;
- b) énumérez des exemples de questions spécifiques qui seraient appropriées pour des profils de risque spécifiques.

- 2.1.4 Actualisez continuellement votre image mentale des questions potentiellement importantes :
- énumérez des exemples de domaines des antécédents qui pourraient requérir une attention particulière lors d'examens ultérieurs ;
 - décrivez comment identifier ces points et comment établir leur ordre de priorité pour des examens ultérieurs ;
 - identifiez, à partir d'un antécédent médical déterminé, les problèmes potentiellement importants ;
 - montrez comment établir l'ordre de priorité de ces problèmes par rapport au risque pour la sécurité aérienne.
- 2.2 Procédez à l'examen
- 2.2.1 Pratiquez un examen systématique conforme aux exigences du Service de délivrance des licences :
- montrez comment trouver les exigences du Service de délivrance des licences pour la conduite de l'examen médical ;*
 - expliquez les objectifs, le but et les limites de l'examen physique ;
 - décrivez une séquence logique d'un examen physique complet ;
 - énumérez les processus utilisés pour éviter des omissions ;
 - décrivez comment l'examen peut être ciblé sur des appareils ou des domaines spécifiques.
- 2.2.2 Procédez à l'examen ciblé comme indiqué :
- décrivez comment l'examen peut être ciblé sur la base des constatations ressortant des antécédents ;
 - décrivez comment l'examen peut être ciblé sur la base des constatations de l'examen général ou d'une observation du candidat.
- 2.2.3 Au cours de l'examen, ciblez les domaines présentant un risque plus élevé d'incapacité :
- identifiez les aspects de l'évaluation de l'aptitude physique pouvant requérir une attention particulière au vu du risque d'incapacité ;
 - décrivez le processus relatif à la pratique de ces aspects de l'évaluation.
- 2.2.4 Au cours de l'examen, ciblez les domaines à haut risque concernant la capacité fonctionnelle, surtout l'acuité visuelle :
- énumérez les exigences du Service de délivrance des licences pour tester la vision à distance et la vision rapprochée ;*
 - montrez ou décrivez le processus de test et d'enregistrement de l'acuité visuelle à distance et de la vision rapprochée, avec et sans correction ;
 - identifiez les erreurs potentielles dans ce processus et indiquez comment les éviter ;

- d) *décrivez les actions à entreprendre après un résultat anormal.*

2.2.5 Au cours de l'examen, ciblez les domaines à haut risque concernant la capacité fonctionnelle, surtout la vision des couleurs :

- a) *énumérez les exigences du Service de délivrance des licences pour tester la vision des couleurs ;*
- b) *montrez ou décrivez le processus de dépistage de la vision des couleurs au moyen des planches pseudo-isochromatiques ;*
- c) *identifiez les erreurs potentielles dans ce processus et indiquez comment les éviter ;*
- d) *décrivez les actions à entreprendre après un résultat anormal.*

2.2.6 Au cours de l'examen, ciblez les domaines à haut risque concernant la capacité fonctionnelle, surtout l'audition :

- a) *faites la démonstration de l'épreuve de la voix chuchotée ;*
- b) *décrivez les techniques utilisant un diapason ou d'autres méthodes appropriées pour distinguer la perte d'audition de transmission de la perte d'audition neurosensorielle.*

2.2.7 Au cours de l'examen, ciblez les domaines à haut risque concernant le comportement, surtout l'évaluation de facteurs psychiatriques et psychosociaux :

- a) *décrivez les méthodes pour évaluer la fonction psychiatrique dans un contexte de médecine aéronautique ;*
- b) *identifiez d'importants indicateurs de fonction psychiatrique anormale ;*
- c) *décrivez les méthodes pour évaluer ces indicateurs de façon plus approfondie ;*
- d) *expliquez l'importance des facteurs psychosociaux du moment ;*
- e) *décrivez les méthodes permettant de comprendre les facteurs psychosociaux ;*
- f) *décrivez les méthodes permettant d'évaluer de façon plus approfondie la gravité et l'incidence de ces facteurs.*

2.2.8 Au cours de l'examen, ciblez les domaines à haut risque concernant le comportement, en identifiant en particulier les anomalies des fonctions cognitives :

- a) *énumérez les causes importantes typiques d'anomalies de la fonction cognitive chez les candidats à des fonctions aéronautiques ;*
- b) *énumérez les indicateurs d'anomalies de la fonction cognitive ;*
- c) *identifiez les outils disponibles pour approfondir l'évaluation de la fonction cognitive.*

2.2.9 Au cours de l'examen, ciblez les domaines à haut risque concernant le comportement, en particulier en évaluant l'usage de substances pouvant poser problème (notamment l'alcool, des médicaments sous prescription ou en vente libre et des drogues en vente libre utilisées à des fins récréatives) :

- a) expliquez l'importance de l'usage de substances pouvant poser problème dans l'environnement aéronautique ;
- b) énumérez des caractéristiques de l'usage de substances pouvant poser problème, y compris les différences entre abus et dépendance ;
- c) décrivez comment des médicaments sous prescription peuvent engendrer un usage posant problème ;
- d) décrivez comment des médicaments en vente libre peuvent engendrer un usage posant problème ;
- e) énumérez les indicateurs d'usage de substances pouvant poser problème ;
- f) identifiez les outils disponibles pour approfondir l'évaluation de l'usage de substances posant problème ;
- g) exposez brièvement les processus permettant de déterminer la probabilité d'une dépendance à une substance ;
- h) identifiez les options disponibles pour la prise en charge des candidats ayant un usage de substances posant problème.

2.2.10 Au cours de l'examen, ciblez les domaines à haut risque concernant la capacité fonctionnelle, surtout les troubles du sommeil et la fatigue :

- a) expliquez l'importance des troubles du sommeil en aviation commerciale ;
- b) énumérez les caractéristiques des rythmes circadiens, des cycles normaux du sommeil et des troubles courants du sommeil ;
- c) énumérez des questions appropriées à poser sur le sommeil et la fatigue ;
- d) énumérez des signes physiques associés aux troubles du sommeil ;
- e) décrivez les processus à suivre pour approfondir l'évaluation d'un éventuel trouble du sommeil et le traiter ;
- f) décrivez comment le risque de fatigue peut être atténué par des mesures d'hygiène du sommeil ;
- g) décrivez comment des médicaments peuvent être utilisés pour réduire au minimum le risque de fatigue et énumérez les précautions à prendre.

2.3 Menez les investigations de routine requises par le Service de délivrance des licences et interprétez-en les résultats

2.3.1 Réalisez et interprétez des électrocardiogrammes :

- a) *identifiez les exigences du Service de délivrance des licences pour la réalisation des électrocardiogrammes ;*
- b) décrivez comment préparer le candidat et mettre en place l'équipement ;
- c) décrivez comment optimiser le contact des électrodes et éviter des interférences ;

- d) montrez le positionnement correct des dérivations et comment identifier une inversion d'électrodes ;
- e) identifiez les variantes électrocardiographiques normales courantes ;
- f) identifiez les troubles importants de la fréquence, du rythme et de l'axe, tels que les blocages cardiaques, la fibrillation atriale, la tachycardie supraventriculaire et les blocs de branche ;
- g) identifiez l'hypertrophie ventriculaire gauche ;
- h) identifiez des infarctus du myocarde anciens ou récents et une ischémie actuelle.

2.3.2 Interprétez les résultats d'audiométrie à sons purs (ou d'autres méthodes d'évaluation de l'audition) :

- a) *identifiez les exigences du Service de délivrance des licences pour la réalisation des examens d'audiométrie ;*
- b) décrivez comment réaliser une audiométrie à sons purs ;
- c) expliquez le décalage temporaire du seuil et son importance ;
- d) identifiez une perte d'audition significative ;
- e) identifiez une perte d'audition asymétrique et décrivez son importance ;
- f) décrivez comment distinguer la perte d'audition de transmission et la perte d'audition neuro-sensorielle ;
- g) énumérez les causes potentielles de perte d'audition de transmission ;
- h) énumérez les causes potentielles de perte d'audition neurosensorielle ;
- i) citez les mesures de suivi pour les diverses causes de perte d'audition ;
- j) décrivez d'autres méthodes d'évaluation de l'audition et leurs mérites.

2.3.3 Interprétez les tests de vision :

- a) *identifiez les exigences du Service de délivrance des licences pour la réalisation des épreuves de vision ;*
- b) identifiez les normes applicables pour la vision à distance et la vision rapprochée ;
- c) expliquez la myopie, l'hypermétropie, la presbytie et l'astigmatisme ;
- d) interprétez correctement les erreurs de réfraction à partir de rapports d'ophtalmologistes ou d'optométristes ;
- e) expliquez l'importance des phories pour la sécurité aérienne ;
- f) décrivez les caractéristiques des lunettes et des lentilles de contact ;

- g) énumérez les préoccupations pour la sécurité aérienne que posent les types de lunettes et de lentilles de contact courants ;
 - h) énumérez les préoccupations pour la sécurité aérienne que posent les types courants de chirurgie réfractive.
- 2.4 Demandez et interprétez des investigations et rapports supplémentaires, si nécessaire
- 2.4.1 Décelez les schémas courants se dégageant des constatations cliniques qui réclament des examens complémentaires :
- a) identifiez, à partir des antécédents, des exemples de schémas de symptômes courants nécessitant des investigations ;
 - b) identifiez, à partir des signes perçus à l'examen, des exemples de schémas courants nécessitant des investigations ;
 - c) identifiez, à partir des anomalies courantes décelées durant les investigations de routine, des exemples nécessitant de plus amples investigations.
- 2.4.2 Organisez les investigations appropriées :
- a) à partir d'exemples courants de pathologies médicales, décrivez l'approche adoptée pour sélectionner des investigations ;
 - b) décrivez comment organiser les investigations appropriées ;
 - c) analysez les résultats des investigations et les conclusions des rapports.
3. UTILISEZ LES INFORMATIONS MÉDICALES DISPONIBLES POUR FACILITER UNE ÉVALUATION MÉDICALE COMPLÈTE
- 3.1 Si le Service de délivrance des licences le demande, donnez un avis aéromédical fondé sur le risque
- 3.1.1 Compilez et analysez les constatations :
- a) décrivez le processus d'analyse des constatations des antécédents, de l'examen et des investigations et compilez une liste des pathologies et considérations médicales pertinentes ;
 - b) décrivez le processus de vérification de l'exhaustivité des informations compilées et préparez la communication aux parties intéressées.
- 3.1.2 Envisagez le contexte professionnel et évaluez le risque :
- a) identifiez des aspects du travail du candidat et de l'environnement de travail qui affectent le niveau de risque pour la sécurité aérienne associé à la pathologie médicale ;
 - b) identifiez les restrictions possibles ou d'autres facteurs d'atténuation du risque pouvant être appliqués ;

- c) en tenant compte de ces facteurs, décrivez le processus d'évaluation du risque pour la sécurité aérienne que comporte l'état physique ou mental du candidat pour en estimer la gravité et déterminer la probabilité de conséquences aéromédicales.

3.1.3 Formulez une recommandation :

- a) énumérez les étapes de la préparation d'une recommandation ou d'un avis à adresser au Service de délivrance des licences ;
- b) montrez comment formuler une recommandation à partir d'un exemple de documents cliniques.

3.1.4 *Communiquez l'avis au candidat et à l'autorité responsable, comme exigé :*

- a) énoncez les exigences du Service de délivrance des licences pour la communication de recommandations et d'avis ;
- b) décrivez le processus requis pour communiquer la recommandation/l'avis ;
- c) énumérez toutes considérations juridiques potentielles liées à la communication de ces informations.

Les procédures de communication seront spécifiques au contexte et chaque État devra s'assurer que ses médecins-examineurs connaissent bien les procédures pertinentes.

3.2 Appliquez les procédures administratives

3.2.1 *Recueillez les documents et correspondez avec le Service de délivrance des licences :*

- a) *décrivez le processus de collecte des documents et de groupement de ceux qu'il faut envoyer au Service de délivrance des licences ;*
- b) *énoncez les exigences du Service de délivrance des licences en matière de communication ;*
- c) *énoncez les exigences imposées par le Service de délivrance des licences pour la révision ou l'audit des examens d'aptitude physique et mentale ;*
- d) *décrivez le processus de participation à ces révisions ou audits.*

3.2.2 *Communiquez et stockez les informations comme exigé :*

- a) *décrivez les exigences en matière de communication avec le Service de délivrance des licences, avec le candidat et avec toute autre partie intéressée ;*
- b) *décrivez comment faire référence aux exigences de protection des données/de la vie privée s'appliquant aux dossiers des examens d'aptitude physique et mentale ;*
- c) *décrivez les processus de protection et de sécurisation des dossiers ;*
- d) *citez à qui les dossiers peuvent être communiqués et dans quelles circonstances.*

RÉFÉRENCES

- About the USPSTF*. U.S. Preventive Services Task Force, January 2010, Agency for Healthcare Research and Quality. Rockville, MD. <http://www.arhq.gov/clinic/> or <http://www.uspreventiveservicestaskforce.org/about.htm>.
- Annexe 1 — *Licences du personnel* (Normes et pratiques recommandées internationales), « Chapitre 6. Conditions médicales de délivrance des licences ». Organisation de l'aviation civile internationale, Montréal, Canada, 11^e édition, 2011.
- Barette-Sabourin, N., "Developing competency-based training and performance standards for licensing flight crew members: a progress report," Presentation to TrainAir Panel Meeting, ICAO, Montréal, 2004.
- Booze, C.F. Jr., "Sudden inflight incapacitation in general aviation," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, April 1989, Vol. 60, No. 4, pp. 332-35.
- Canfield, D.V., et al., "Pilot medical history and medications found in post-mortem specimens from aviation accidents," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, November 2006, Vol. 77, No. 11, pp. 1171-73.
- Chapman, P., "The consequences of in-flight incapacitation in civil aviation," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, June 1984, Vol. 55, No. 6, pp. 497-500.
- DeJohn, C.A., et al., *In-flight medical incapacitation and impairment of US airline pilots: 1993 to 1998*. FAA technical report DOT/FAA/AM-04/16. October 2004.
- Evans, A.D., "Examining the professional pilot: can we do better?" Presentation to UK Association of Aviation Medical Examiners, April 2007.
- Evans, A.D., et al., "Safety management as a foundation for evidence-based aeromedical standards and reporting of medical events," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, June 2009, Vol. 80, No. 6, pp. 511-15.
- Evans, A.D.B., "International regulation of medical standards," in *Ernsting's Aviation Medicine*, D.J. Rainford and D.P. Gradwell (eds.), Hodder Arnold, London, 2006.
- Feig, D.S., et al., "Screening for type 2 diabetes mellitus to prevent vascular complications: Updated recommendations from the Canadian Task Force on Preventive Health Care," *CMAJ*, 18 January 2005, Vol. 172, No. 2, pp. 177-80.
- Froom, P., et al., "Air accident, pilot experience, and disease-related sudden incapacitation," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, March 1988, Vol. 59, No. 3, pp. 278-81.
- Heaney, D., et al. "Socioeconomic variation in incidence of epilepsy: prospective community based study in south east England," *BMJ*, 2 November 2002, Vol. 325, No. 7 371, pp. 1 013-16.
- Hudson, D.E. Jr., HIMS Advisory Board. Personal communication to author, September 2009.
- Hudson, D.E. Jr., "SSRI use in professional aircrew," [abstract]. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 2002, Vol. 73, pp. 244-45.
- Krieger, J., "Sleep apnoea and driving: how can this be dealt with?" *European Respiratory Review*, 1 December 2007, Vol. 16, No. 106, pp. 189-95.
- Manuel sur la prévention de l'usage de substances posant problème sur les lieux de travail en aviation* (Doc 9654), Organisation de l'aviation civile internationale, Montréal, Canada, première édition, 1995.

Mitchell, S.J. and A.D. Evans, "Flight safety and medical incapacitation risk of airline pilots," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, March 2004, Vol. 75, No. 3, pp. 260-68.

Procédures pour les services de navigation aérienne — Formation (Doc 9868), Organisation de l'aviation civile internationale, Montréal, Canada, première édition, 2006.

Sen, A, et al., "Medical histories of 61 aviation accident pilots with postmortem SSRI antidepressant residues," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, November 2007, Vol. 78, No. 11, pp 1 055-59.

Tunstall-Pedoe, H., "Risk of a coronary heart attack in the population and how it might be modified in flyers," *European Heart Journal*, 1984, Vol. 5, Supp. A, pp. 43-49.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 2. FAITS MÉDICAUX A L'ATTENTION DES PILOTES	V-2-1
2.1 Généralités	V-2-1
Supplément. Exemple de consignes données aux pilotes.....	V-2-2

Chapitre 2

FAITS MÉDICAUX À L'ATTENTION DES PILOTES

2.1 GÉNÉRALITÉS

2.1.1 Le médecin-examineur désigné est fréquemment appelé à donner au personnel aéronautique des conseils et des consignes au sujet des aspects médicaux de l'aviation. Pour faciliter cette tâche, un exemple de ce type de consignes aux pilotes est donné dans le Supplément au présent chapitre. Il couvre les principaux sujets, mais des informations supplémentaires seront probablement requises par souci d'exhaustivité, en fonction du public et des circonstances. Il peut être adapté à d'autres membres du personnel aéronautique.

2.1.2 Le présent chapitre a été écrit avant que n'entre en vigueur l'obligation pour les pilotes de suivre une formation sur les aspects de la performance humaine, formation qui l'a en grande partie remplacé. De plus, les pilotes et d'autres titulaires de licence ont maintenant un meilleur accès aux informations pertinentes que ce n'était le cas par le passé. Néanmoins, ce chapitre a été maintenu dans cette troisième édition du Manuel, parce qu'il peut fournir des informations utiles pour certains pilotes, surtout les pilotes inexpérimentés et les élèves-pilotes.

Supplément

EXEMPLE DE CONSIGNES DONNÉES AUX PILOTES

INTRODUCTION

1. De la même façon qu'un aéronef doit être vérifié et entretenu régulièrement, les pilotes doivent aussi passer régulièrement des examens médicaux pour garantir qu'ils sont aptes à piloter. Il ne faut pas être absolument parfait pour piloter. On peut compenser de nombreux défauts : la myopie, par exemple, se corrige par le port de lunettes ou de lentilles de contact. Il se peut que l'on vous demande de démontrer, au moyen d'une épreuve médicale en vol, que vous êtes à même de compenser un défaut particulier, risquant d'être important pour la sécurité des vols.

2. Il ne faut pas oublier que l'être humain est essentiellement une créature terrestre. Toutefois, si l'on est conscient de certains facteurs de médecine aéronautique et si l'on y fait attention, on peut quitter la terre et voler en toute sécurité. Les paragraphes qui suivent esquissent les principaux facteurs que vous devriez connaître avant de piloter.

3. L'industrie moderne a toujours pu fournir un matériel fiable. Lorsque le pilote entre dans l'aéronef, il devient partie intégrante du système homme-machine. Il est tout aussi essentiel à la bonne marche du vol que les surfaces de commandes. Ne pas tenir compte du pilote au stade de la planification avant le vol serait aussi insensé que de ne pas vérifier l'intégrité des surfaces de commandes ou de toute autre partie vitale de la machine. Enfin, c'est au pilote lui-même qu'incombe la responsabilité de déterminer son propre état d'aptitude avant d'entrer dans le poste de pilotage.

SANTÉ GÉNÉRALE

4. Pour pouvoir piloter un aéronef, il faut être exempt de toute affection pouvant nuire à la vigilance, à la capacité de prendre des décisions correctes et à la rapidité des réactions. Les affections susceptibles de causer une incapacité soudaine (par exemple, l'épilepsie, des troubles cardiaques graves, un diabète sucré non jugulé ou un diabète sucré exigeant l'utilisation d'insuline), ainsi que certaines autres affections dangereuses pour le vol, entraînent l'inaptitude des personnes qui en souffrent. Les états pathologiques tels que les infections aiguës, les anémies et les ulcères gastroduodénaux entraînent une inaptitude temporaire. Si vous avez des doutes quant à votre santé, consultez votre médecin-examineur désigné, comme vous consulteriez un mécanicien d'aéronef agréé si vous aviez des doutes sur l'état du moteur de l'aéronef.

FACTEURS PARTICULIERS DE MÉDECINE AÉRONAUTIQUE

Fatigue

5. En général, la fatigue fait augmenter le temps de réaction et provoque des erreurs d'inattention. Elle est due le plus souvent à un manque de repos et de sommeil, mais les pressions du travail, les soucis financiers et les problèmes familiaux peuvent y contribuer dans une large mesure. Si vous ressentez une fatigue marquée avant un vol donné, ne l'entreprenez pas. Assurez-vous une bonne nuit de sommeil avant de piloter et, si les horaires vous en empêchent, parlez de votre situation avec un spécialiste de la médecine aéronautique.

Hypoxie

6. On parle d'hypoxie lorsque le cerveau et d'autres tissus n'ont pas suffisamment d'oxygène pour fonctionner convenablement. La susceptibilité à l'hypoxie varie grandement d'un individu à l'autre. Outre le manque progressif d'oxygène en fonction de l'altitude, tout ce qui empêche le sang d'acheminer l'oxygène peut contribuer à l'hypoxie (anémie, monoxyde de carbone et certains médicaments).

7. Votre cerveau ne dispose d'aucun moyen de vous avertir d'un manque d'oxygène. Un des premiers symptômes majeurs d'hypoxie est une sensation croissante de bien-être (appelée « euphorie »). Progressivement, les réactions ralentissent, la capacité de réflexion diminue, on se sent anormalement fatigué et on éprouve un vague mal de tête.

8. Ces symptômes se manifestent lentement mais progressivement, insidieusement au début, puis deviennent plus marqués à partir d'une altitude de plus de 10 000 ft (3 300 m). De nuit, cependant, la vue peut être touchée à des altitudes inférieures.

9. Pour éviter ce problème, suivez la règle générale suivante : ne volez pas à plus de 10 000 ft (3 300 m) sans apport d'oxygène.

Alcool

10. Il ne faut pas piloter sous l'influence de l'alcool. C'est une exigence légale dans beaucoup de pays. Consultez les conseils ou règlements fournis par votre Service de délivrance des licences et respectez-les. Votre compagnie applique peut-être des exigences plus strictes. En général, les règlements imposent un délai de 8 à 24 heures d'abstinence avant la prise de service. N'oubliez pas que si vous avez consommé une quantité importante d'alcool, votre performance peut en être affectée jusqu'à 48, voire 72 heures après le dernier verre, en raison de l'effet de « gueule de bois ». Même en petite quantité, l'alcool peut avoir une influence néfaste sur le jugement et sur la prise de décisions.

11. Votre corps métabolise l'alcool à une vitesse fixe, qu'aucune quantité de café ou de médicament ne fera changer.

12. Ne pilotez jamais lorsque vous avez une gueule de bois « masquée » (symptômes supprimés par l'usage d'aspirine ou d'un autre médicament).

Médicaments

13. L'automédication peut être dangereuse lorsque l'on pilote. Même des remèdes en vente libre (obtenus sans prescription), tels que l'aspirine, les antihistaminiques, les comprimés contre le rhume, les sirops contre la toux, les laxatifs, les tranquillisants et les modérateurs de l'appétit, peuvent avoir des effets indésirables. Des remèdes traditionnels peuvent aussi avoir des effets néfastes importants. La règle la plus sûre est de ne prendre aucun médicament lorsque vous pilotez, sauf ceux qui auront été conseillés par votre médecin-examineur. L'affection qui exige un traitement peut elle-même être dangereuse pour le vol, même si les symptômes en sont supprimés au moyen de médicaments.

14. Certains médicaments particuliers ont été trouvés dans des échantillons post mortem prélevés après des accidents d'aviation mortels. Il s'agit des produits suivants : antihistaminiques (souvent prescrits contre le rhume des foies et d'autres allergies) ; tranquillisants (prescrits pour des troubles nerveux, l'hypertension, des troubles du sommeil et d'autres affections) ; médicaments amaigrissants (les amphétamines et autres médicaments modérateurs de l'appétit peuvent produire une sensation de bien-être qui a un effet néfaste sur le jugement) ; barbituriques, ou toniques pour les nerfs (les barbituriques provoquent une suppression marquée de la vigilance mentale).

15. Il ne faut pas oublier qu'après une anesthésie générale, il faut passer un minimum de 48 heures au sol. Douze heures est un délai raisonnable pour une anesthésie locale. Si vous avez des doutes sur le moment opportun pour reprendre le service, demandez l'avis d'un médecin approprié.

Désorientation spatiale

16. Au sol, nous savons nous orienter dans l'espace en combinant l'utilisation de trois sens :

- a) La vue — Nous pouvons voir où nous sommes par rapport à des objets fixes ;
- b) La pression — La force de la gravitation qui s'exerce sur les muscles et les articulations nous indique la direction vers le bas ;
- c) Des parties spéciales de l'oreille interne — les otolithes — nous indiquent la direction vers le sol grâce à la force de la gravitation.

17. On notera que les rotations de la tête sont détectées par le fluide qui se trouve dans les canaux semi-circulaires de l'oreille interne et qui nous indique quand nous changeons de position. Cependant, en l'absence de toute référence visuelle, par exemple lorsque l'on se trouve dans un nuage, les accélérations rotatives peuvent prêter à confusion, d'autant plus que leurs forces peuvent être interprétées à tort comme la force que la gravitation exerce sur les muscles et sur les otolithes. Il en résulte souvent une désorientation spatiale.

18. Les pilotes devraient demander à un instructeur d'exécuter des manœuvres produisant une sensation de désorientation. Une fois qu'on en aura fait l'expérience, on pourra surmonter les incidents imprévus de désorientation qui pourraient se produire par la suite, pour autant que des instruments (pour les pilotes formés à leur utilisation) ou des références fiables au sol soient disponibles. Une telle démonstration vous montrera à quel point les mauvaises informations venant de l'oreille interne peuvent être déroutantes. Nombre d'accidents se sont produits lorsque des pilotes ne disposant pas d'instruments adéquats dans le poste de pilotage ou n'ayant pas la formation adéquate pour effectuer des vols aux instruments ont piloté leur aéronef dans des conditions météorologiques de vol aux instruments et ont connu un épisode de désorientation spatiale.

19. Les pilotes sont susceptibles d'éprouver de la désorientation la nuit et dans toutes conditions de vol lorsque la visibilité est réduite au point d'obscurcir l'horizon. Il existe un autre type de vertige, appelé vertige de papillotement. Lorsqu'elle scintille à une certaine fréquence, de quatre à vingt fois par seconde, la lumière peut produire des réactions désagréables chez certaines personnes : nausée, étourdissement, inconscience, voire des réactions semblables à une crise d'épilepsie. Sur les avions monomoteurs à hélice qui volent en direction du soleil, l'hélice peut causer ce scintillement, surtout à l'atterrissage, lorsque les gaz sont coupés et que la rotation de l'hélice est relativement lente. On peut éviter ces effets indésirables en ne regardant pas trop longtemps au travers de l'hélice et en modifiant fréquemment mais modérément le régime moteur. On a remarqué le même phénomène avec l'effet stroboscopique provoqué par la rotation des pales d'hélicoptère et avec la réflexion des feux rotatifs à l'intérieur des nuages. Dans ce dernier cas, il suffit d'éteindre momentanément les feux, d'avertir le contrôle de la circulation aérienne et de ne pas oublier de rallumer ces feux lorsque l'on sort des nuages.

Monoxyde de carbone

20. Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz incolore, inodore et insipide qui est produit par les moteurs à combustion interne et qui est toujours présent dans les gaz d'échappement. Les gaz d'échappement des moteurs alternatifs ont une bien plus forte teneur en CO que ceux des turbomoteurs. Les intoxications au CO à partir de gaz d'échappement de turbomoteurs sont rares.

21. Pour des raisons biochimiques, le monoxyde de carbone se combine mieux que l'oxygène avec l'hémoglobine du sang. En outre, dès qu'il est absorbé par le sang, il se « colle » à l'hémoglobine et empêche l'oxygène de s'attacher à celle-ci.

22. Dans la plupart des petits aéronefs, l'habitacle est chauffé par de l'air qui passe au-dessus du collecteur d'échappement. Lorsque l'on doit se servir de ce système, il faut donc être prudent si l'on détecte la présence de gaz d'échappement : il pourrait y avoir une fuite du collecteur d'échappement vers l'air utilisé pour chauffer l'habitacle. Les symptômes se présentent insidieusement : pensée confuse, avec éventuellement un sentiment d'inquiétude, suivi d'un étourdissement, puis d'un mal de tête. Coupez immédiatement le chauffage, ouvrez l'aération, descendez à plus basse altitude et atterrissez à l'aérodrome le plus proche. Consultez un médecin-examineur désigné. Le rétablissement complet et l'élimination du monoxyde de carbone peuvent prendre plusieurs jours. Utilisez des détecteurs de monoxyde de carbone dans le poste de pilotage, car des pilotes touchés par le CO peuvent n'avoir aucune conscience de l'intoxication en cours.

Vision

23. Pour éviter la fatigue oculaire sous une lumière vive, utilisez des lunettes de soleil qui ne déforment pas les couleurs (plutôt que des verres teintés) car elles permettraient une distinction normale des couleurs. Si vous avez besoin de lentilles de correction (pour la vision rapprochée ou pour la vision à distance), veillez à conserver une paire de lunettes de rechange à portée de main, afin que vous puissiez les trouver facilement si vous perdez ou cassez votre première paire ou si vous développez des problèmes avec vos lentilles de contact. Consultez un ophtalmologiste si vous constatez un changement de votre acuité visuelle.

Malaise ou douleur de l'oreille moyenne

24. Certaines personnes (qu'il s'agisse de pilotes ou de passagers) ont du mal à équilibrer la pression de l'air qui s'exerce sur le tympan à la descente. Il arrive que l'égalisation de la pression se produise à des moments différents dans chaque oreille, ce qui produit une forme de désorientation appelée « vertige alternobare ». Des problèmes surviennent si un rhume de cerveau ou une inflammation de la gorge empêche la trompe d'Eustache (allant de l'oreille moyenne jusqu'à la gorge) de s'ouvrir convenablement. Si cela vous arrive pendant la descente, essayez d'avaler, de bâiller ou encore d'expirer vigoureusement en tenant le nez et la bouche fermés (manœuvre de Valsalva — les pilotes devraient savoir comment réaliser cette manœuvre ; si vous l'ignorez, interrogez votre médecin-examineur à ce sujet). Si vous n'éprouvez aucun soulagement, remontez de quelques milliers de pieds (si c'est faisable) pour faire diminuer la pression sur le tympan. Ensuite, redescendez, en appliquant les mesures précitées. On peut également essayer de faire une descente plus progressive, et il faudra peut-être monter et descendre plusieurs fois pour éliminer graduellement le problème. L'usage d'un inhalateur (si disponible) peut apporter un soulagement. Si le problème persiste plusieurs heures après l'atterrissage, consultez votre médecin-examineur.

Note.— Si vous développez des symptômes de rhume en vol, vous pourriez éviter des problèmes en utilisant un vaporisateur nasal conservé dans votre trousse de vol. Demandez conseil à votre médecin-examineur avant d'en acheter un. N'oubliez pas que si vous pilotez en ayant une infection des voies respiratoires supérieures, vous courez un plus grand risque de développer des problèmes de l'oreille moyenne ou des sinus.

Panique

25. La panique chez les pilotes inexpérimentés est un processus qui peut se transformer en un cercle vicieux et mener à des actions irréfléchies et précipitées qui renforcent l'angoisse. Si vous vous êtes perdu ou si vous vous trouvez dans une situation difficile, maîtrisez-vous et ne donnez pas libre cours à la panique. La panique peut être maîtrisée. La peur est une réaction de protection normale, qui se produit chez des individus normaux. Si vous pensez

qu'elle se produit fréquemment ou trop facilement chez vous, consultez un médecin : il existe des techniques qui peuvent être apprises et utilisées pour réduire les effets de la peur.

Plongée sous-marine

26. Si l'on pilote un aéronef après avoir fait de la plongée sous-marine ou toute autre activité sous-marine où l'on a besoin d'air comprimé, il faut savoir que les conséquences médicales peuvent être graves, voire fatales, si un laps de temps insuffisant s'est écoulé entre le moment où l'on fait surface et celui où l'on décolle. À cause des pressions élevées qui s'exercent sous l'eau, le sang et les tissus absorbent de l'azote en quantités variant selon la profondeur et la durée de l'exposition. Si le décollage a lieu avant que le corps ait pu se débarrasser normalement de l'excès d'azote, ce gaz peut former des bulles dans le sang ou dans les tissus, qui entraînent un malaise, une douleur, une gêne respiratoire, voire la mort, à 7 000 ft (2 135 m) ou moins, altitude à laquelle évoluent la plupart des petits avions. Les personnes plus âgées ou obèses sont plus sujettes à ce phénomène. En règle générale, il ne faut pas piloter dans les 12 à 48 heures suivant une plongée avec usage d'air comprimé, la différence dépendant principalement de la durée de la plongée et de la profondeur atteinte.

27. Une urgence médicale se produit parfois à la suite d'une plongée sous-marine avec air comprimé, lorsque le plongeur n'a pas pu décompresser convenablement avant de faire surface. Dans certains de ces cas, la seule façon d'emmener le patient à une chambre de décompression dans des délais adéquats est de l'évacuer par la voie aérienne. Le vol doit cependant être réalisé à l'altitude la plus basse possible, pour éviter d'aggraver le problème. Des informations sur la plongée, la décompression et le pilotage sont disponibles auprès de diverses organisations de plongée, notamment auprès de la *Professional Association of Diving Instructors* (PADI) : <http://www.padi.com/padi/default.aspx>.

Dons de sang

28. Après un don de sang, il ne faut pas piloter pendant un certain temps pour permettre au corps de s'adapter. Attendez 24 heures avant de reprendre du service après un don de sang, à moins que vous n'ayez reçu des conseils médicaux spécifiques vous autorisant à raccourcir cette période en toute sécurité.

Hyperventilation

29. L'hyperventilation, ou respiration excessive, est une perturbation de la respiration qui peut se produire à la suite d'une tension émotionnelle ou d'une anxiété. Dans des conditions de stress émotionnel, de peur ou de douleur, la vitesse respiratoire peut augmenter, causant ainsi une ventilation accrue des poumons. Les poumons exhalent une quantité de dioxyde de carbone supérieure à celle produite par le corps, de sorte que le dioxyde de carbone est éliminé du sang. Les symptômes les plus courants de l'hyperventilation sont l'étourdissement, des sensations de chaud et de froid, des fourmillements des mains, des jambes et des pieds, des spasmes musculaires, des nausées, une somnolence et, enfin, la perte de connaissance.

30. Si, chez un individu se comportant de façon inhabituelle, vous soupçonnez une hyperventilation ou une hypoxie (les symptômes initiaux sont identiques), présumez qu'il s'agit d'une hypoxie et donnez de l'oxygène. Sélectionnez la position 100 % oxygène, vérifiez la réserve d'oxygène, l'équipement d'oxygène et le mécanisme d'alimentation. Si le problème était une hypoxie, la récupération est rapide. Si les symptômes persistent, il faut ralentir consciemment la respiration jusqu'à ce qu'ils disparaissent, puis reprendre la respiration normale. On peut ralentir sa respiration en respirant à l'intérieur d'un sac en papier, ce qui augmente la quantité de dioxyde de carbone aspirée dans les poumons puisque le dioxyde de carbone expiré est ré-inhalé.

PARTIE VI
URGENCES DE SANTÉ PUBLIQUE
ET AVIATION

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Chapitre 1. MALADIES TRANSMISSIBLES ET TRANSPORT AÉRIEN INTERNATIONAL	VI-1-1
1.1 Introduction	VI-1-1
1.2 Médecine aéronautique et gestion des maladies transmissibles	VI-1-1
1.3 Règlement sanitaire international	VI-1-2
1.4 Comités de l’OMS	VI-1-3
1.5 Travaux de l’OACI concernant les maladies transmissibles	VI-1-3
2003 — Syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS)	VI-1-3
2005 — Grippe aviaire.....	VI-1-4
2006 et après — Élaboration de SARP de l’OACI et d’éléments indicatifs.....	VI-1-4
1.6 Notification aux autorités en charge de la santé publique au lieu de destination.....	VI-1-6
1.7 Accord de collaboration pour la prévention et la gestion des événements de santé publique dans le secteur de l’aviation civile (CAPSCA)	VI-1-7
1.8 Conclusion	VI-1-7
Références	VI-1-8
 Appendice — Extrait des <i>Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien</i> (PANS-ATM, Doc 4444)	 VI-1-9

Chapitre 1

MALADIES TRANSMISSIBLES ET TRANSPORT AÉRIEN INTERNATIONAL

1.1 INTRODUCTION

1.1.1 Hormis, éventuellement, les médecins-conseils des compagnies aériennes, les médecins civils spécialisés en médecine aéronautique ont pour rôle premier de procéder à la sélection médicale des candidats et d'assurer l'aptitude physique et mentale des titulaires de licence pendant la période de validité de leur attestation médicale d'aptitude. L'importance de ces deux domaines d'activité est prouvée par le fait que, à l'exception du présent chapitre, le *Manuel de médecine aéronautique civile* est presque entièrement consacré à la réalisation de cet objectif. Ces dernières années, toutefois, l'intérêt s'est focalisé sur un autre sujet pertinent pour la médecine aéronautique, à savoir le rôle du transport aérien dans la propagation de maladies transmissibles.

1.1.2 L'article 14 de la Convention relative à l'aviation civile internationale aborde le sujet de la propagation des maladies transmissibles par voie aérienne :

Chaque État contractant convient de prendre des mesures efficaces pour prévenir la propagation, par la navigation aérienne, du choléra, du typhus (épidémique), de la variole, de la fièvre jaune, de la peste, ainsi que de toute autre maladie contagieuse que les États contractants décident de désigner le cas échéant et, à cette fin, les États contractants se tiendront en étroite consultation avec les institutions chargées des règlements internationaux relatifs aux mesures sanitaires applicables aux aéronefs. Une telle consultation ne préjuge en rien l'application de toute convention internationale existant en la matière et à laquelle les États contractants seraient parties.

Rédigée en 1944 (l'année où cette Convention a été adoptée), elle trahit son âge en mentionnant la variole, maladie éradiquée en 1979. Néanmoins, elle reste pertinente, comme les événements liés à des épidémies de maladies transmissibles l'ont montré au cours de la première décennie du XXI^e siècle, et elle charge formellement les États d'assumer leur rôle dans les initiatives de santé publique, afin de réduire le risque de propager de telles maladies via le transport aérien.

1.1.3 Le transport aérien joue un rôle important dans la propagation des maladies transmissibles car il est un des principaux moyens par lesquels ces maladies peuvent se répandre dans le monde. Un voyageur aérien infecté peut se rendre à peu près partout dans le monde en un jour ou deux, souvent dans la période d'incubation de nombreuses maladies transmissibles importantes, telles que les divers sous-types de grippe. Le reste du présent chapitre examine les problèmes soulevés par cette observation et comment ils peuvent être gérés.

1.2 MÉDECINE AÉRONAUTIQUE ET GESTION DES MALADIES TRANSMISSIBLES

1.2.1 En médecine, la santé publique est la spécialité qui s'intéresse le plus à la prévention de la propagation de maladies transmissibles. Les spécialistes de la santé publique (soutenus par les spécialistes des maladies infectieuses) ont une très bonne connaissance des aspects des maladies transmissibles tels que les périodes d'incubation, la virulence, la désinfection, le diagnostic et les mesures de protection. Ils sont susceptibles de prendre la direction de tout plan national de préparation à une pandémie. Les spécialistes de la médecine aéronautique ont, de toute évidence,

besoin des conseils de tels experts pour élaborer un plan de préparation spécifique à l'aviation. Cependant, l'environnement aéronautique se distingue de la plupart des autres environnements rencontrés par les responsables de la santé publique, par plusieurs aspects importants. En particulier, l'environnement de la cabine d'un aéronef diffère de celui d'autres modes de transport par des aspects tels que la pression de l'air réduite, un taux d'humidité inférieur et des systèmes spécialisés de conditionnement d'air. En outre, par sa nature même, l'aviation est une activité internationale, contrairement à de nombreux domaines liés à la santé publique, et elle est visée à des degrés divers par des politiques et procédures de santé publique à chaque aéroport accueillant des vols internationaux.

1.2.2 En conséquence, les responsables de la santé publique ont besoin de l'aide d'experts en médecine aéronautique. C'est pourquoi une collaboration entre les secteurs de la santé publique et de l'aviation est indispensable pour gérer le risque que posent les maladies transmissibles pour la santé publique dans un contexte aéronautique.

1.2.3 À un échelon international, l'OACI collabore avec l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) pour contribuer à élaborer des exigences et des orientations. Cette collaboration entre les secteurs de l'aviation et de la santé publique devrait aussi se produire aux niveaux régional, national et local. Les responsables médicaux travaillant dans le domaine de la médecine aéronautique sont encouragés à nouer les liens de communication nécessaires pour favoriser une collaboration efficace entre organisations.

1.2.4 La section suivante aborde le rôle de l'OMS et des autorités nationales chargées de la santé publique dans la gestion des problèmes de santé publique liés au transport aérien international. Elle est suivie d'un bref exposé du rôle de l'OACI et d'un aperçu des normes et pratiques recommandées internationales pertinentes (SARP).

1.3 RÈGLEMENT SANITAIRE INTERNATIONAL

1.3.1 En 2005, l'OMS a publié une édition révisée de son Règlement sanitaire international (RSI). Cette deuxième édition est entrée en vigueur en 2007. L'objet et la portée du RSI (2005) consistent à « prévenir la propagation internationale des maladies, à s'en protéger, à la maîtriser et à y réagir par une action de santé publique proportionnée et limitée aux risques qu'elle présente pour la santé publique, en évitant de créer des entraves inutiles au trafic et au commerce internationaux ». Le RSI (2005) expose les rôles et responsabilités des différentes entités dans l'atténuation du risque de propagation de maladies par le transport transfrontalier de personnes ou de marchandises. Nombre de règles s'appliquent aux « points d'entrée » (aéroports internationaux) et aux « exploitants de moyens de transport » (exploitants d'aéronefs). Le RSI (2005) donne en outre des instructions pour gérer les « urgences de santé publique de portée internationale ». Le RSI (2005) est un document juridiquement contraignant mais, comme d'autres agences des Nations Unies (y compris l'OACI), l'OMS n'a pas de pouvoir de contrainte à l'encontre des États qui ne respectent pas les articles pertinents. Néanmoins, des pressions d'agences de l'ONU et d'autres États permettent d'exercer une influence sur les États fautifs, dont la plupart font leur possible pour se mettre en conformité.

1.3.2 Il a fallu dix ans pour réviser l'édition précédente du RSI et obtenir l'approbation de cette nouvelle édition par l'Assemblée mondiale de la Santé : le RSI (2005) devrait être mis en œuvre dans les États au plus tard en 2012, sauf si des difficultés particulières de mise en œuvre sont rencontrées. Le document a été adopté par les 194 États parties (pays membres) à l'Assemblée mondiale de la Santé, l'organe directeur de l'OMS. Comme pour la plupart des documents convenus à l'échelon international, les exigences sont de portée générale et manquent de détails. C'est le prix à payer pour obtenir un consensus. Tenter autre chose serait une tâche trop longue et trop difficile, vu la grande variété de situations sanitaires présentes dans les différents pays du monde. En conséquence, le RSI (2005) énonce des exigences générales, telles que l'article 24, alinéa 1, sous-alinéa c), qui stipule que les exploitants de moyens de transport :

maintiennent en permanence les moyens de transport dont ils sont responsables exempts de sources d'infection ou de contamination, notamment de vecteurs et de réservoirs. L'application de mesures destinées à éliminer les sources d'infection ou de contamination peut être exigée si des signes de leur présence sont découverts.

Il est nécessaire de disposer de références à des éléments indicatifs pour comprendre comment, dans la pratique, ces exploitants de moyens de transport pourraient se conformer à cet article du RSI (2005).

1.4 COMITÉS DE L'OMS

Pour fournir aux autorités compétentes¹ des éléments indicatifs sur la mise en œuvre du RSI (2005), l'OMS a créé plusieurs comités chargés de problématiques particulières. Des parties intéressées clés du secteur ont été invitées à participer à ces réunions, y compris les associations professionnelles majeures liées à l'aviation, à savoir l'Association du transport aérien international (IATA) et le Conseil international des aéroports (ACI), ainsi que l'OACI. Le travail de ces comités a permis de fournir des éléments indicatifs importants dans deux domaines spécifiques : la gestion des cas de grippe A (H1N1) à bord des aéronefs et des recommandations concernant le nettoyage et la désinfection des aéronefs de l'aviation commerciale. D'autres éléments indicatifs sont en cours d'élaboration (état d'avancement de 2011).

1.5 TRAVAUX DE L'OACI CONCERNANT LES MALADIES TRANSMISSIBLES

2003 — Syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS)

1.5.1 Au deuxième trimestre de 2003, on pensait que le SRAS constituait une menace majeure pour la santé humaine. Au total, environ 8 000 personnes ont été infectées et 10 % d'entre elles sont décédées de cette maladie. En termes historiques, ce n'était pas une maladie importante, du moins en termes de nombre de cas d'infection et de nombre de décès subséquents. La grippe, par contre, fait chaque année de 250 000 à 500 000 morts. Pendant l'épidémie de SRAS, cependant, il est devenu manifeste que la propagation internationale de la maladie se faisait principalement par le biais du transport aérien. Il est aussi devenu clair que les voyageurs aériens malades pourraient éventuellement être identifiés par dépistage aux aéroports et que l'on pourrait les empêcher de partir, ce qui réduirait le risque de propagation de la maladie.

1.5.2 Certains États d'Asie ont demandé à l'OACI d'élaborer des lignes directrices pour permettre aux autorités sanitaires des ports et aux exploitants d'aéroports d'identifier les voyageurs atteints de SRAS avant l'embarquement. Ces lignes directrices ont été élaborées par la Section de médecine aéronautique de l'OACI, aidée, entre autres, par l'OMS et l'IATA.

1.5.3 Il a été estimé que les aéroports internationaux avaient une protection suffisante contre le SRAS s'ils adoptaient huit mesures de protection. Des lignes directrices à l'attention des inspecteurs et une liste de vérifications pour les inspecteurs ont aussi été élaborées. Ces lignes directrices ont permis aux aéroports d'annoncer publiquement qu'ils étaient conformes aux lignes directrices pertinentes de l'OACI et que le risque de contracter le SRAS pendant un voyage aérien et de l'importer d'États où cette maladie avait été détectée était minime. À l'époque, le dépistage thermique des voyageurs (pour identifier ceux qui avaient de la fièvre) a été introduit par certains États. Bien que théoriquement utile pour détecter des cas infectieux de SRAS (puisque un individu souffrant de cette maladie devient infectieux à peu près dès que sa température corporelle augmente), très peu de cas de SRAS ont été identifiés par cette méthode pendant l'épidémie et la valeur de ce dépistage a été ultérieurement mise en doute.

1 Le RSI (2005) définit une « autorité compétente » comme « une autorité responsable de la mise en œuvre et de l'application de mesures sanitaires prises en vertu du présent Règlement ».

2005 — Grippe aviaire

1.5.4 En 2005, la grippe aviaire a représenté (et représente encore, en 2011) une menace majeure pour la santé humaine. L'OMS a donc publié, à l'attention des États, plusieurs documents directeurs sur les systèmes à mettre en œuvre pour se préparer à une éventuelle pandémie de grippe humaine. Cependant, lus d'un point de vue aéronautique, ces documents directeurs semblaient fournir trop peu de précisions pour permettre au secteur aéronautique de gérer convenablement des cas qui pourraient être détectés à bord d'un aéronef en vol ; ils n'expliquaient pas non plus comment l'exploitation des aéronefs pourrait se poursuivre si les effectifs aux aéroports et à bord des aéronefs étaient considérablement réduits en raison des effets de cette maladie. L'OACI a estimé que des éléments indicatifs plus détaillés devraient être élaborés pour le secteur de l'aviation.

2006 et après — Élaboration de SARP de l'OACI et d'éléments indicatifs

Éléments indicatifs

1.5.5 La nature non spécifique du RSI (2005) de l'OMS et la priorité donnée par les responsables de la santé publique à la fourniture d'éléments indicatifs pour des activités de santé publique générales, telles que la surveillance, la fourniture de soins de santé, la vaccination et le traitement, ont mené l'OACI à envisager comment elle pourrait fournir au secteur de l'aviation des informations spécifiques sur la gestion des maladies transmissibles. Elle a convoqué des réunions à Singapour pour étudier comment conseiller au mieux les États ainsi que les exploitants d'aéroports et d'aéronefs. De plus, il a été admis, dès le départ, que l'OACI avait besoin de l'aide de l'OMS et des exploitants d'aéroports et d'aéronefs pour publier des lignes directrices, qui non seulement soient exactes du point de vue de la santé publique mais revêtent aussi une pertinence pratique pour les exploitants. Une aide a donc été demandée à l'OMS, à l'IATA et à l'ACI. Les *Centers for Disease Control and Prevention* des États-Unis ont aussi apporté leur soutien.

1.5.6 Ces activités ont permis la rédaction des « Lignes directrices destinées aux États concernant la gestion des maladies transmissibles présentant un risque grave pour la santé publique », qui ont été affichées en 2006 sur le site web en libre accès de l'OACI. Ces lignes directrices ont été mises à jour plusieurs fois depuis lors. Comme l'indique le titre, elles sont destinées aux États et, pendant leur élaboration, des éléments supplémentaires présentant un intérêt particulier pour les exploitants d'aéroports et d'aéronefs ont été rédigés. Ces éléments supplémentaires ont ensuite été affichés sur les sites web de l'ACI et de l'IATA, respectivement. En fait, en 2006, l'IATA avait déjà rédigé des lignes directrices pour les exploitants, de sorte qu'il suffisait de les actualiser et de les harmoniser avec d'autres lignes directrices.

Normes et pratiques recommandées (SARP)

1.5.7 Traditionnellement, pour faire face à l'émergence d'un problème, tel que la propagation de maladies transmissibles par le transport aérien, l'OACI élabore des SARP et, simultanément, des éléments indicatifs à l'appui de ces SARP. Dans ce cas précis, le temps pressait et il était plus rapide de commencer par publier des éléments indicatifs car ceux-ci, à la différence des SARP, n'exigent pas une consultation formelle des États. Il était clair, cependant, que les éléments indicatifs ne pouvaient se suffire à eux-mêmes : il fallait ajouter des SARP aux Annexes pertinentes pour donner à ce sujet une base plus formelle.

1.5.8 L'Annexe 9 — *Facilitation* de l'OACI a été la première Annexe à la Convention relative à l'aviation civile internationale à être amendée à la lumière de la nouvelle menace posée par des maladies transmissibles. Cette Annexe traite principalement de l'harmonisation mondiale des procédures douanières et d'immigration et des sujets connexes liés à la santé. Des changements ont été apportés à cette Annexe, notamment l'ajout de nouvelles SARP. Une nouvelle norme importante a été introduite, avec une Note :

8.16 Chaque État contractant établira un plan national pour l'aviation en préparation d'une flambée de maladie transmissible posant un risque pour la santé publique ou constituant une urgence de santé publique de portée internationale.

Note 1.— Des conseils pour l'établissement d'un plan national pour l'aviation sont affichés sur le site web de l'OACI à la page de la médecine de l'aviation.

Cette norme et sa Note constituent l'exigence la plus importante de l'OACI concernant la planification de la préparation du secteur de l'aviation. Toutes les autres SARP connexes couvrent des aspects particuliers de la planification de la préparation.

1.5.9 En Appendice 1 à l'Annexe 9 figure la Déclaration générale, couramment abrégée en « Dec gen ». Ce document constitue une trace officielle de l'arrivée d'un aéronef à un aéroport et inclut une section sur l'immatriculation de l'aéronef, le nombre de membres d'équipage et leurs noms, l'aéroport de départ et, point le plus important du point de vue de la gestion de la propagation internationale des maladies, une « Déclaration de santé ». La Déclaration de santé exige du commandant de bord qu'il identifie les personnes à bord qui pourraient souffrir d'une maladie transmissible. La méthode recommandée pour identifier ces personnes est contenue dans la Déclaration de santé :

« la présence de fièvre [température égale ou supérieure à 38 °C (100 °F)] accompagnée d'un ou de plusieurs des signes et symptômes suivants : malaise évident ; toux persistante ; respiration pénible ; diarrhée continue ; vomissement continu ; éruptions cutanées ; ecchymose ou saignement sans antécédent traumatique, ou confusion mentale apparue nouvellement, accroît la possibilité que la personne souffre de maladie transmissible ».

La Déclaration de santé figure aussi à l'Annexe 9 du RSI (2005).

1.5.10 Tous les États n'exigent pas qu'une Déclaration générale soit complétée à l'arrivée d'un aéronef mais tous les membres d'équipage doivent connaître ce document et son contenu, l'usage qui en est fait et son importance pour fournir des indications permettant d'identifier des cas de maladies transmissibles. Si tous les États formaient leurs membres d'équipage à suivre les indications de la Déclaration de santé, cela améliorerait grandement la cohérence des informations transmises aux autorités en charge de la santé publique au lieu de destination dans le cadre de la notification de cas suspects de maladies transmissibles à bord.

1.5.11 Un autre appendice à l'Annexe 9 de l'OACI, l'Appendice 13, contient le Formulaire de localisation de passager pour la santé publique. Ce formulaire figure aussi sur les sites web de l'OMS et de l'IATA : il fournit une méthode normalisée de collecte de renseignements sur les passagers qui pourraient avoir été exposés à un covoyageur souffrant d'une maladie transmissible. Consigner ces renseignements sur papier peut certes être utile, mais il vaudrait mieux utiliser des systèmes électroniques, qui pourraient permettre au voyageur infecté de fournir les informations requises en ligne. À ce jour, les ressources nécessaires pour mettre sur pied un tel système n'ont pas été allouées.

1.5.12 En 2009, plusieurs modifications apportées à d'autres Annexes sont entrées en vigueur. L'Annexe 6 contient à présent une pratique recommandée selon laquelle une trousse de prévention universelle (*Universal Precaution Kit*, UPK) devrait être transportée à bord des aéronefs exigeant la présence d'un membre d'équipage de cabine (deux trousse pour les aéronefs autorisés à transporter plus de 250 passagers). L'Annexe 6 comportait depuis de nombreuses années des recommandations concernant les trousse de premiers soins et trousse médicales, mais c'est la première fois qu'elle recommande d'embarquer une UPK. Le contenu recommandé d'une telle trousse est énuméré dans le Supplément B à l'Annexe 6 et comprend :

- Poudre sèche transformant les petits déversements liquides en gel granulé stérile ;
- Nettoyant germicide pour surfaces ;
- Lingettes ;
- Masque(s) pour le visage/les yeux (masques séparés ou masque combiné) ;
- Gants (jetables).

1.5.13 L'Annexe 11 — *Services de la circulation aérienne*, et l'Annexe 14, Volume I — *Conception et exploitation technique des aérodromes*, ont aussi été amendées en 2009. Ces Annexes exigent des fournisseurs de services de la circulation aérienne et des exploitants d'aéroports qu'ils aient un plan d'urgence pour faire face à l'éventualité d'un incident ou d'un accident ou de tout autre événement susceptible d'avoir une incidence sur la sécurité aérienne. Toutefois, avant 2009, la liste des scénarios que ces plans devaient envisager n'incluait pas les urgences de santé publique. À présent, l'Annexe 11, Supplément C, paragraphe 4, stipule :

« 4.2 ... les États devraient prendre des mesures préparatoires appropriées pour faciliter la mise en œuvre en temps voulu d'arrangements d'exception. Ces mesures préparatoires devraient porter sur les éléments exposés ci-après :

...

b) évaluation des risques pour la circulation aérienne civile que posent les conflits militaires et les actes d'intervention illicite contre l'aviation civile, et examen des probabilités et des conséquences éventuelles de catastrophes naturelles ou urgences de santé publique. ...; »

De même, depuis 2009, l'Annexe 14 inclut les urgences de santé publique parmi les exemples d'urgences qui devraient figurer dans un plan d'urgence d'aérodrome :

« 9.1.2 Le plan d'urgence d'aérodrome permettra d'assurer la coordination des mesures à prendre dans une situation d'urgence survenant sur l'aérodrome ou dans son voisinage.

Note 1.— Parmi les situations d'urgence, on peut citer : les situations critiques concernant des aéronefs, le sabotage, y compris les menaces à la bombe, les actes de capture illicite d'aéronef, les incidents dus à des marchandises dangereuses, les incendies de bâtiments, les catastrophes naturelles et les urgences de santé publique. »

1.6 NOTIFICATION AUX AUTORITÉS EN CHARGE DE LA SANTÉ PUBLIQUE AU LIEU DE DESTINATION

1.6.1 Le RSI (2005) comporte un article qui aborde la notification à l'« autorité compétente » du lieu de destination. L'article 28, alinéa 4, du RSI (2005) déclare :

Le capitaine d'un navire ou le commandant de bord d'un aéronef, ou leur représentant informe les contrôleurs du port ou de l'aéroport dès que possible avant l'arrivée au port ou à l'aéroport de destination des éventuels cas de maladie indicatifs d'une pathologie de nature infectieuse, ou des éléments attestant l'existence d'un risque pour la santé publique à bord dès que le capitaine ou le commandant a connaissance de ces maladies ou de ces risques pour la santé publique. Ces informations doivent être immédiatement transmises à l'autorité compétente du port ou de l'aéroport. En cas d'urgence, elles devront être communiquées directement par le capitaine ou le commandant aux autorités compétentes du port ou de l'aéroport.

1.6.2 Ce point illustre la façon dont le spécialiste de la médecine aéronautique peut collaborer avec le responsable de la santé publique pour garantir l'interprétation appropriée de cet article. Le but est de faciliter le processus par lequel l'arrivée d'un cas suspect de maladie transmissible à bord d'un aéronef est notifiée, en temps voulu, au responsable de la santé publique au lieu de destination. Toutefois, le libellé de cet article n'est pas clair concernant les modalités pratiques d'application. L'appellation « contrôleur de l'aéroport » n'est pas un concept courant en aviation et les commandants de bord ne sont normalement pas à même de contacter « directement » les « autorités compétentes du port ou de l'aéroport ».

1.6.3 La difficulté de garantir une notification en temps voulu aux autorités en charge de la santé publique au lieu de destination a été résolue par l'OACI. L'Annexe 9 de l'OACI stipule en son paragraphe 8.15 :

« 8.15 Le pilote commandant de bord d'un aéronef veillera à notifier promptement tout cas présumé de maladie transmissible aux autorités de contrôle de la circulation aérienne, afin de leur permettre de prévoir plus facilement le personnel et l'équipement médicaux nécessaires à la gestion des risques pour la santé publique à l'arrivée. »

1.6.4 Cette exigence spécifique imposée au commandant de bord d'informer le contrôle de la circulation aérienne (qui peut ensuite informer l'aérodrome de destination) rend le processus explicite et simple : elle peut être respectée partout dans le monde car les pilotes sont pratiquement toujours en communication directe avec un contrôleur de la circulation aérienne. Ce processus est plus fiable que tout autre canal de communication qui pourrait être à la disposition du pilote (tel que des fréquences radio de la compagnie aérienne). La procédure détaillée à suivre par le commandant de bord et par l'organisme assurant les services de la circulation aérienne qui reçoit cette information a été incluse dans les *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien* (Doc 4444) et est jointe en appendice au présent chapitre. Il est à noter qu'une fois que l'autorité en charge de la santé publique a reçu notification de l'arrivée prévue d'un cas de maladie transmissible, toute autre communication à ce sujet avec l'aéronef, à mesure qu'il approche l'aéroport, devrait être faite via la fréquence de la compagnie de l'exploitant de l'aéronef et non via le contrôle de la circulation aérienne (car ce dernier système de communication devrait être utilisé en priorité à des fins de sécurité aérienne).

1.7 ACCORD DE COLLABORATION POUR LA PRÉVENTION ET LA GESTION DES ÉVÉNEMENTS DE SANTÉ PUBLIQUE DANS LE SECTEUR DE L'AVIATION CIVILE (CAPSCA)

Pour aider les États et autres parties intéressées à mettre en œuvre les SARP, procédures et lignes directrices liées à la planification de la préparation du secteur de l'aviation, l'OACI a lancé le projet CAPSCA en 2006. Soutenu par des contributions financières des États et du Fonds central des Nations Unies pour la lutte contre la grippe, le CAPSCA organise des formations pour les responsables locaux, et des évaluations des aéroports internationaux afin de vérifier leur conformité aux SARP de l'OACI, au RSI (2005) et aux éléments indicatifs pertinents. Ces évaluations visent principalement à analyser les lacunes, en comparant la situation existante à la situation souhaitée, à former les responsables et à améliorer les plans de préparation ; elles ne sont pas menées à des fins d'audit. En 2011, le CAPSCA est actif dans quatre régions du monde (Asie/Pacifique, Afrique, Amériques et Moyen-Orient) ; on espère pouvoir l'étendre à l'échelle mondiale dans les prochaines années. Un site web décrivant ses activités a été créé. Un des principaux objectifs de ce projet est de favoriser la mise sur pied de liens de communication et de partenariats de collaboration entre les secteurs de la santé publique et de l'aviation. Une telle approche est considérée comme indispensable pour assurer une planification efficace de la préparation du secteur de l'aviation.

1.8 CONCLUSION

Bien que l'article 14 de la Convention relative à l'aviation civile internationale charge les États de prendre des mesures efficaces pour prévenir la propagation de maladies transmissibles par le transport aérien, l'OACI a entrepris peu de travaux liés à cet article avant 2003. Toutefois, depuis l'apparition du SRAS, des efforts importants ont été consentis pour régler les questions liées à la gestion de la propagation de maladies transmissibles par le transport aérien. Les responsables médicaux spécialisés en médecine aéronautique peuvent collaborer avec des experts de la santé publique pour aider ceux-ci à comprendre les caractéristiques spécifiques de l'environnement aéronautique et ainsi apporter une contribution significative à l'amélioration de la gestion de toute épidémie future de maladie transmissible, au bénéfice de la santé de la population mondiale.

RÉFÉRENCES

“Air transport and communicable diseases,” International Air Transport Association. Consultable à l’adresse suivante : <http://www.iata.org/whatwedo/safety/health/Pages/diseases.aspx>.

“Airport preparedness guidelines for outbreaks of communicable disease,” Airports Council International, http://www.airports.org/aci/aci/file/ACI_Priorities/Health/Airport%20preparedness%20guidelines.pdf.

Case management of Influenza A (H1N1) in air transport, Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse, 2009. Consultable à l’adresse suivante : http://www.who.int/csr/resources/publications/swineflu/air_transport/en/index.html.

“Communicable diseases/severe acute respiratory syndrome (SARS),” Organisation de l’aviation civile internationale, Montréal, Canada. Consultable à l’adresse suivante : <http://www.icao.int/icao/en/med/avmedsars.htm>.

Convention relative à l’aviation civile internationale, Organisation de l’aviation civile internationale, Montréal, Canada. Consultable à l’adresse suivante : <http://www.icao.int/icaonet/dcs/7300.html>.

Accord de collaboration pour la prévention et la gestion des événements de santé publique dans le secteur de l’aviation civile, Organisation de l’aviation civile internationale. Consultable à l’adresse suivante : www.capsca.org.

“Cumulative number of reported probable cases of severe acute respiratory syndrome (SARS),” Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse, 2004. Consultable à l’adresse suivante : <http://www.who.int/csr/sars/country/en/index.html>.

Guide to hygiene and sanitation in aviation, troisième édition, Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse, 2009. Consultable à l’adresse suivante : http://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/ships/guide_hygiene_sanitation_aviation_3_edition.pdf.

« Lignes directrices destinées aux États concernant la gestion des maladies transmissibles présentant un risque grave pour la santé publique », Organisation de l’aviation civile internationale, Montréal, Canada. Consultable à l’adresse suivante : http://www.icao.int/safety/aviation-medicine/guidelines/AvInfluenza_guidelines_fr.pdf.

Règlement sanitaire international (2005), Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse. Consultable à l’adresse suivante : http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789242580419_fre.pdf.

Groupe des Nations Unies pour le développement, Fonds central des Nations Unies pour la lutte contre la grippe. Consultable à l’adresse suivante : <http://mdtf.undp.org/factsheet/fund/CFI00>.

APPENDICE

EXTRAIT DES PROCÉDURES POUR LES SERVICES DE NAVIGATION AÉRIENNE — GESTION DU TRAFIC AÉRIEN (PANS-ATM, DOC 4444)

Chapitre 16 PROCÉDURES DIVERSES

...

16.6 NOTIFICATION DE CAS PRÉSUMÉS DE MALADIE TRANSMISSIBLE OU D'UN AUTRE RISQUE POUR LA SANTÉ PUBLIQUE À BORD D'UN AÉRONEF

16.6.1 L'équipage de conduite d'un aéronef en route qui prend connaissance d'un cas présumé de maladie transmissible ou de l'existence d'un autre risque pour la santé publique à bord enverra sans délai les renseignements suivants à l'organisme ATS avec lequel il est en communication :

- a) identification de l'aéronef ;
- b) aéroport de départ ;
- c) aéroport de destination ;
- d) heure d'arrivée prévue ;
- e) nombre de personnes à bord ;
- f) nombre de cas présumés de maladie transmissible à bord ;
- g) nature du risque pour la santé publique, si elle est connue.

16.6.2 L'organisme ATS qui reçoit d'un pilote des renseignements sur un ou des cas présumés de maladie transmissible ou sur l'existence d'un autre risque pour la santé publique à bord de l'aéronef enverra dès que possible un message à l'organisme ATS qui dessert l'aéroport de destination/départ, à moins que des procédures n'aient été prévues pour informer l'autorité compétente désignée par l'État et l'exploitant de l'aéronef ou son représentant désigné.

16.6.3 Lorsqu'il reçoit d'un autre organisme ATS, d'un pilote ou d'un exploitant un message concernant un ou des cas présumés de maladie transmissible ou l'existence d'un autre risque pour la santé publique à bord d'un aéronef, l'organisme ATS qui dessert l'aéroport de destination/départ enverra dès que possible un message à l'autorité de santé publique (ASP) ou à l'autorité compétente désignée par l'État ainsi qu'à l'exploitant de l'aéronef, ou à son représentant désigné, et à l'administration de l'aéroport.

Note 1.— Voir l'Annexe 9 — Facilitation, Chapitre 1 (Définitions), Chapitre 8, § 8.12 et 8.15, et Appendice 1, pour des renseignements supplémentaires sur la question de l'existence présumée de cas de maladie transmissible ou d'un autre risque pour la santé publique à bord d'aéronefs.

Note 2.— L'ASP est censée contacter le représentant de la compagnie aérienne ou l'exploitant et l'administration de l'aérodrome, s'il y a lieu, en vue de la coordination ultérieure avec l'aéronef au sujet des détails cliniques et de la préparation de l'aérodrome. Selon les moyens de communication dont dispose le représentant de la compagnie aérienne ou l'exploitant, il ne sera peut-être pas possible de communiquer avec l'aéronef tant que celui-ci ne se sera pas rapproché de sa destination. Sauf pour envoyer la notification initiale à l'organisme ATS lorsque l'aéronef est en route, les canaux de communications ATC doivent être évités.

Note 3.— Les renseignements communiqués à l'aérodrome de départ empêcheront l'éventuelle propagation de la maladie transmissible ou de l'autre risque pour la santé publique par d'autres aéronefs partant du même aérodrome.

Note 4.— Le RSFTA[] (message d'urgence), le téléphone, le fax ou un autre moyen de communication peuvent être utilisés.*

*Réseau du service fixe des télécommunications aéronautiques

— FIN —

