



**HAL**  
open science

# Guide de prise en charge du pilote d'avion en médecine générale : revue narrative de la littérature

Koussai Al Hammad-Ibrahim

► **To cite this version:**

Koussai Al Hammad-Ibrahim. Guide de prise en charge du pilote d'avion en médecine générale : revue narrative de la littérature. Médecine humaine et pathologie. 2021. dumas-03380037

**HAL Id: dumas-03380037**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03380037v1>**

Submitted on 15 Oct 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

Faculté de Médecine de Bordeaux

Année 2020 - 2021

Enregistrement bibliothèque N°79

**THÈSE**

POUR LE

**DIPLÔME**

**D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

Présentée et soutenue publiquement à Bordeaux le 8 juillet 2021

Par Monsieur AL HAMMAD IBRAHIM Koussaï

Né le 3 octobre 1992 à Poitiers

**GUIDE DE PRISE EN CHARGE DU PILOTE**

**D'AVION EN MEDECINE GENERALE :**

**Revue narrative de la littérature**

D.E.S DE MEDECINE GENERALE

Président de thèse :	Professeur Jean-Philippe JOSEPH
Directeur de thèse :	Docteur Sébastien BISCONTE
Rapporteur :	Professeur François PETREGNE
Membres du jury :	Professeur Olivier Manen
	Docteur Didier Caballé



## **Remerciements**

**À Monsieur le Professeur Jean- Philippe Joseph,**

Professeur des universités - Médecin généraliste

Directeur du Département de Médecine Générale

Vous nous faites l'honneur de présider notre jury de thèse, soyez assuré de notre plus sincère reconnaissance et de notre profond respect.

**À Monsieur le Docteur Sébastien Bisconte,**

Médecin aéronautique au CPEMPN de l'Hôpital d'Instruction des Armées de Percy

Officier de Carrière, service de santé des Armées, au grade de médecin en chef

Merci d'avoir accepté de diriger ce travail, de vos conseils toujours constructifs et de votre disponibilité. Veuillez recevoir l'expression de ma sincère gratitude et de tout mon respect.

Votre connaissance de la médecine aéronautique m'a aidée à apprendre mon métier, votre motivation m'a appris à l'aimer.

Merci.

**À Monsieur le Professeur François Petregne,**

Professeur des universités - Médecin généraliste

Nous vous remercions de l'intérêt que vous avez bien voulu porter à ce travail et de l'honneur que vous nous portez en acceptant d'être notre rapporteur.

**À Monsieur le Professeur Olivier Manen,**

Professeur de médecine aéronautique

Chef de service au CPEMPN de l'Hôpital d'Instruction des Armées de Percy

Je vous suis très reconnaissants de votre présence au sein du jury de soutenance de cette thèse, de par votre statut et reconnaissance dans le monde aéronautique médical,.

**À Monsieur le Docteur Didier Caballé,**

Médecin généraliste et urgentiste,

Ex médecin chef du CNEC, et médecin de la brigade de sapeurs-pompiers de Paris

Je vous suis très reconnaissants de vous trouver parmi nos juges.

Soyez assuré de notre profonde gratitude. Votre large connaissance de la médecine militaire, d'urgence et de la médecine générale m'a permis d'ouvrir encore plus mes plans de carrière.

**A mes parents,**

Vous m'avez transmis vos valeurs et votre amour, qui m'ont mené jusque là aujourd'hui.

Vous m'avez soutenu dans mes choix pendant toutes ces années.

Je ne vous remercierai jamais assez.

**A ma femme Victoire,**

Pour ton amour, ton optimisme et le soutien que tu m'apportes.

Je sais que sans toi je n'en serai pas là aujourd'hui.

**A mes frères et soeurs,**

pour le bonheur d'avoir grandi à vos côtés.

**A tous ceux que j'ai pu rencontrer durant mes études, à la Faculté comme à l'hôpital** qui m'ont transmis leurs savoirs, m'ont permis de progresser et de devenir le médecin que je serai. Je me suis remplis les poches avec toutes vos connaissances. J'en ferai bon usage. Je vous remercie pour l'enthousiasme, la bonne humeur et la joie que vous transmettez.

## TABLE DES MATIERES

Remerciements .....	3
Glossaire .....	8
Introduction .....	11
Objectif .....	15
Matériel et méthode .....	18
a - Stratégie de recherche documentaire .....	19
b - Critères d'inclusion et d'exclusion .....	22
c - Critères de qualité .....	22
d - Sélection des articles .....	23
Résultats .....	25
I - Le pilote et son environnement .....	26
1. Les pilotes .....	26
1.1. Définitions.....	26
1.1.1. Pilote privé .....	26
1.1.2. Pilote professionnel .....	27
1.1.3. Autre catégorie : pilote d'ULM, de planeur .....	28
1.2. Les conditions pour devenir pilote en France.....	28
1.2.1. Les conditions civiles.....	28
1.2.2. Les conditions médicales.....	29
2. L'environnement.....	30
2.1. L'atmosphère.....	30
2.1.1. Définition.....	30
2.1.2. Sa composition.....	31
2.2. Altitude et pression barométrique .....	31
3. Les contraintes physiques et mentales dues à l'environnement.....	33
3.1. Les contraintes spécifiques.....	34
3.1.1. Hypoxie .....	35
3.1.2. Hypobarie .....	43
3.1.3. Les accélérations et désorientations spatiales.....	48
3.1.4. Hygrométrie.....	53
3.1.5. Les radiations.....	54
3.2. Les contraintes non spécifiques.....	57
3.2.1. Le décalage horaire ou jetlag .....	57

3.2.2. Le cockpit : ambiance confinée, lumineuse et sonore.....	59
3.2.3. Vibrations mécaniques.....	62
II - Les certificats médicaux du pilote .....	64
1. Organigramme des instances.....	64
1.1. OACI.....	64
1.2. EASA.....	65
1.3. DGAC.....	65
2. Les certificats médicaux.....	68
2.1. Les généralités.....	68
2.2. Certificat médical de classe 1.....	73
2.2.1. Définition.....	73
2.2.2. Lieu de réalisation .....	73
2.2.3. Procédure de réalisation .....	74
2.2.4. Validité .....	75
2.3. Certificat médical de classe 2.....	76
2.3.1. Définition.....	76
2.3.2. Lieu de réalisation .....	76
2.3.3. Procédure de réalisation .....	76
2.3.4. Validité .....	77
3. Les grands principes réglementaires de la délivrance du certificat.....	77
3.1. L'évaluation médicale : philosophie de prise en charge.....	78
3.2. Le risque du 1 %.....	80
3.3. Causes d'incapacité en vol.....	81
3.4. Les limitations apposées sur les certificats médicaux.....	84
III - Guide pratique de prise en charge du pilote par le médecin généraliste.....	89
1. Les pathologies rencontrées chez le pilote.....	89
1.1. Les pathologies d'ordre physique.....	89
1.1.1. Généralités.....	89
1.1.2. L'appareil cardio-vasculaire : ECG, HTA, hypercholestérolémie, coronaropathie, troubles du rythme et cardiopathie, anticoagulants, insuffisance veineuse et embolie pulmonaire, syncope.....	90
1.1.3. L'appareil pulmonaire .....	106
1.1.4. L'appareil digestif.....	109
1.1.5. Endocrinologie.....	112
1.1.6. Hématologie.....	123

1.1.7. Appareil urinaire.....	124
1.1.8. Gyneco- obstétrique.....	126
1.1.9. Ostéo- articulaire.....	128
1.1.10. Neurologie.....	128
1.1.11. Ophtalmologie.....	130
1.1.12. ORL.....	133
1.1.13. Les conseils généraux aux voyageurs.....	147
1.1.14. Autres ( infectiologie, oncologie, don de sang, plongée sous marine, anesthésie)..	156
1.1.15. Médecine préventive.....	159
1.1.16. Les médicaments.....	164
1.2. Le psychologique.....	173
1.2.1. Le psychiatrique.....	173
1.2.2. Fatigue et trouble du sommeil (jet-lag, SAHOS) .....	181
2. Les limites du secret médical.....	193
3. Les outils pour le médecin généraliste en pratique.....	202
3.1. Le rôle du médecin traitant.....	202
3.2. Le réseau de soin aéronautique du médecin généraliste.....	205
Résultats du questionnaire.....	209
Résultats des entretiens.....	218
Discussion .....	229
Quelques exemples dont le crash du Germanwings.....	230
Les bases de données .....	241
Analyse des résultats.....	242
Conclusion .....	245
Références bibliographiques .....	248
Table des annexes .....	263
Serment d’Hippocrate.....	269
Résumé.....	270

## Glossaire

**AeMC** : Centres aéromédicaux

**AHL** : Valid only with approved hand controls

**AIMAS** : Académie Internationale de médecine aéronautique et spatiale

**AINS** : Anti-inflammatoires non stéroïdiens

**AMAS** : Association de médecine aéronautique et spatiale

**AME** : Aeromedical examiners (médecins aéromédicaux agréés)

**ANSM** : Agence Nationale de Sécurité du Médicament

**ARA** : Authority Requirements for Aircrews

**ARA II** : Antagonistes des récepteurs à l'angiotensine II

**ATC** : Air Traffic Control

**AVC** : Accident Vasculaire cérébral

**AVK** : Anti- Vitamine K

**BAV** : Bloc auriculo-ventriculaire

**BEA** : Bureau d'enquêtes et d'analyses

**BMR** : Bactéries multi-résistantes

**BPCO** : Bronchopneumopathie Chronique Obstructive

**BPL** : Licence de pilote de ballon libre

**CDB** : Commandant de Bord

**CEMPN** : Centre d'Expertise médical des personnels navigants

**CEV** : Centre d'essai en vol

**CMAC** : Conseil Médical de l'Aéronautique Civile

**CMNCI** : Certificat médical de non contre indication

**CN** : colique néphrétique

**CRM** : Crew Ressource Management

**CV** : cardiovasculaire

**DCI** : Dénomination commune internationale

**DGAC** : Direction Générale de l'Aviation civile

**DSAC** : Direction de la Sécurité de l'Aviation civile

**DTA** : Direction du transport aérien

**EASA** : European Union Aviation safety Agency

**ECG** : Electrocardiogramme

**EDM** : Episode dépressif majeur

**EEG** : Electro-encéphalogramme

**EP** : Embolie pulmonaire  
**EPT** : Epilepsie post-traumatique  
**ES** : Extra-systole  
**FAA** : Fédéral Aviation Administration  
**FCS** : Fausses couches spontanées  
**FT** : feet ou pieds  
**GTA** : Gendarmerie du transport aérien  
**GEU** : Grossesse extra-utérine  
**HAL** : Wear hearing aid  
**HAS** : Haute autorité de santé  
**HIA** : Hopital d'Instruction des Armées  
**HTA** : hypertension artérielle  
**IAH** : Index d'anpnées-hypopnées  
**IATA** : International Air Transport Association  
**IC** : Intervalle de confiance  
**IEC** : Inhibiteurs de l'enzyme de Conversion de l'angiotensine  
**IMASSA** : Institut de médecine aérospatiale  
**IMC** : Index de masse corporelle  
**IPP** : inhibiteurs de la pompe à protons  
**IRBA** : Institut de recherche biomédicale des armées  
**LAMAS** : Laboratoire de médecine aérospatiale  
**LAPL** : Light Aircraft Pilot Licence  
**MFIU** : Mort foetale in utero  
**MICI** : Maladies inflammatoires chroniques de l'intestin  
**NTSB** : National Transport Safety Board  
**OACI** : Organisation de l'aviation Civile Internationale  
**OAL** : Restricted to demonstrated aircraft type  
**OCL** : Valid only as co-pilot  
**OCV** : Organisme du contrôle en vol  
**OICS** : Organe international de contrôle des stupéfiants  
**OML** : Valid only with qualified copilot  
**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé  
**ONU** : Organisation des Nations Unies  
**OPL** : Valid only without passengers  
**ORA** : Organisation Requirements for Aircrews

**ORL** : Valid only with a safety pilot if passengers are carried and in aircraft with dual controls

**OSL** : Valid only with safety pilot and dual controls

**PA** : Pression artérielle

**PANS** : Procedures for Air navigation Services

**PN** : Personnel navigant

**PNC** : Personnel Navigant Commercial

**PNT** : Personnel Navigant Technique

**POP** : Pilule Oestro-Progestative

**PPC** : Pression positive continue

**PPL** : Private Pilot Licence

**RCH** : Recto-colites hémorragiques

**RR** : Risque Relatif

**RXO** : Specialist ophthalmological examinations

**SAHOS** : Syndrome d'apnées et hypopnées du Sommeil

**SARP** : Standards and recommended practices

**SIC** : Specific regular medical examination

**SOFRAMAS** : Société française de médecine aéronautique et spatiale

**SPL** : Sailplane Pilot Licence

**SSL** : Special restrictions as specified

**TCC** : traumatisme cranio-cérébral

**TCU** : Temps de conscience utile

**TLOC** : Transient loss of consciousness

**TML** : Time Limitation

**TVP** : Thrombose veineuse profonde

**ULM** : Ultra-léger motorisé

**VCL** : Valid by day only (limitation)

**VDL** : correction for defective Distant Vision (limitation)

**VML** : correction for defective distant, intermediate and near vision

**VNL** : correction for defective near vision

# INTRODUCTION

Lorsqu'il franchit la Manche pour la première fois en 1909, Louis Blériot n'imaginait certainement pas l'essor que prendrait le transport aérien. L'aviation a connu un développement très rapide sous la pression des conflits armés mais aussi de l'exploitation commerciale. D'individuel, le transport aérien devint rapidement collectif. Les premières compagnies aériennes virent le jour vers 1920. Depuis cette date, la croissance du trafic aérien ne s'est jamais ralentie. Elle a porté non seulement sur le nombre de passagers, de pilotes mais aussi sur la distance parcourue. Plus de 4 milliards de personnes ont voyagé en avion dans le monde en 2017. Selon l'Association du transport aérien international (IATA), la perspective de 8 milliards de passagers transportés se dessine à l'horizon 2037 [1] [2].

Compte tenu des débuts chaotiques de l'aviation, le risque lié au transport aérien est d'emblée apparu comme une évidence. Pourtant, en dépit du caractère dramatique et spectaculaire des accidents d'avions, le transport aérien est aujourd'hui, rapporté à la distance parcourue, un moyen de transport des plus sûrs. Cependant, inévitablement, l'augmentation du nombre de passagers d'une part et de la distance parcourue d'autre part ont fait émerger la question des problèmes médicaux survenant à bord des avions chez les passagers, mais aussi dans la population pilote et leur équipage.

Dès le début de la conquête de l'air, il y a un peu plus d'un siècle, un de ses pionniers Clément Ader déclarait : « Ce n'est pas la résistance de la matière qui va limiter les performances acrobatiques de l'oiseau artificiel, mais bien la résistance de l'Homme, qui en est le cerveau ». Ainsi, la santé du pilote était déjà affirmée au fronton des futures règles d'or de la médecine aéronautique.

L'espace aérien est un milieu hostile auquel s'ajoute les contraintes liées au mode de fonctionnement des aéronefs (accélération, vibrations, ambiances sonores, chaleur, baisse de l'hygrométrie) et à leur pilotage (stress, fatigue, opérations extérieures...). Les pionniers ont chèrement payé cette confrontation. Tout n'est pas encore aujourd'hui résolu.

L'ensemble de ces contraintes, même limitées par les moyens de protection constamment évolutifs, justifie l'intégrité des grandes fonctions (cardiaque, respiratoire, neurologique...) mais aussi celle des fonctions sensorielles (vision, audition). Il convient donc d'adapter l'environnement à la physiologie du pilote, qui inclut aussi ses pathologies, ses traitements et sa santé mentale.

Le nombre d'aviateurs en France est en constante augmentation avec en 2018 un peu plus de 15000 pilotes professionnels, 27000 pilotes privés, et 15000 pilotes d'ULM. [3]

Actuellement, le Tableau de l'Ordre recense 86 102 médecins généralistes en activité régulière (tous modes d'exercice) et le nombre de médecins aéronautiques en France, qu'ils soient spécialistes d'organe ou de médecine générale s'élève à environ 600. [4]

Sachant qu'en 2008 en France, 98 % des médecins traitants sont des médecins généralistes [5], il serait logique de penser que la grande majorité des médecins généralistes ont, ou auront affaire à un patient qui s'exercera au pilotage, qu'il soit privé ou professionnel.

Pour une prise en charge globale, le médecin généraliste doit connaître son patient, sa vie, son métier,...c'est ce qui fait de cette spécialité un exercice complexe. Cela requiert des connaissances générales, variées, et parfois sur des domaines ultra-spécialisés comme l'aéronautique. Devant la charge importante de travail et d'objectifs des ECN cette spécialité ne fait naturellement pas partie des connaissances théoriques qu'un médecin absorbe pendant son cursus universitaire. De ce fait et logiquement peu de médecins généralistes connaissent les spécificités du suivi des pilotes.

Les pilotes ont un suivi médical spécifique pour renouveler leurs licences chez le médecin aéronautique. Cependant entre ces renouvellements de licence, ils pourront consulter leur médecin traitant pour tous les autres motifs de consultations. Ceci est d'autant plus vrai que les médecins spécialisés en aéronautique restent une denrée rare en France, et par conséquent, tous les pilotes, privés ou professionnels, ne pourront les consulter rapidement pour une pathologie aiguë. En ajoutant à cela que le médecin examinateur ne peut être le médecin traitant, et que la problématique des déserts médicaux est encore loin d'être résolue, le rôle du médecin généraliste dans la santé du pilote apparaît comme une évidence.

Ceux-ci, sans profonde connaissance du milieu, pourraient éprouver quelques difficultés dans leur prise en charge.

Les médecins en France ont-ils une idée des grandes contre indications à l'exercice du pilotage ? Sont-ils suffisamment vigilants sur les effets secondaires de certains médicaments et leurs conditions d'utilisation dans le cadre de cette activité ?

Les médecins possédant la capacité aéronautique et délivrant les certificats médicaux vont par exemple pouvoir retrouver leur candidats avec une prescription de nouveaux traitements non adaptés à leur exercice. Par ailleurs le médecin aéronautique n'est pas obligatoirement au courant du dossier médical dans son ensemble et un patient peut être amené à volontairement cacher une pathologie ( cardiaque, psychologique..) ou un médicament afin de protéger les validités de ses licences. Bien évidemment cela reste relativement rare.

Les histoires récentes, dont le tristement célèbre le crash de l'avion de la compagnie Germanwings en France sur un suicide du copilote, nous interroge également sur la notion de secret médical chez un médecin prenant en charge une personne habilitée à piloter. En effet le copilote avait consulté des médecins généralistes et spécialistes dans les semaines précédant l'accident. Il est légitime de

s'interroger sur le fait qu'un tel événement aurait peut-être été évité en dérogeant au secret médical. Mais le médecin traitant en a-t-il le droit ? Sur quel réseau de soin pourrait-il s'appuyer en cas de difficulté de prise en charge ?

Il n'existe pas ou peu de support numérique ou d'outil en langue française pouvant aider le médecin généraliste dans sa pratique quotidienne sur ses patients s'exerçant à la pratique du pilotage. Des thèses avaient été réalisées sur les passagers et celles en lien avec le pilote semblent être spécifiques à un élément particulier ou bien relevant de la sur-spécialité. Bien que les pilotes ne représentent qu'un petit échantillon de patients chez le médecin généraliste, ceux-ci ont un métier à risque qui nécessite une attention particulière quant à la prise en charge. Le médecin généraliste a un rôle à jouer dans ce parcours de soin.

Cette thèse s'adresse principalement aux médecins généralistes, mais également à tous les étudiants en médecine souhaitant découvrir l'environnement de l'aérien et à toute personne curieuse de connaître les attentes médicales sur la santé d'un pilote.

A fortiori, le médecin généraliste pourra s'y appuyer pour la prise en charge des pathologies relatives à l'aérien (barotraumatismes, maladies thrombo-emboliques) chez ses patients, qui sont aussi des passagers toujours plus nombreux, de plus en plus âgés, et allant de plus en plus loin.

## OBJECTIFS

L'objectif principal de cette étude est de proposer un support d'information sous forme de guide pour tout médecin généraliste non spécialisé en aéronautique dans le cadre du suivi de ses patients s'exerçant au pilotage d'un avion, qu'il soit pilote privé ou professionnel. La question principale de cette thèse était la suivante : comment aider le médecin généraliste pour juger de l'aptitude d'un pilote d'avion en consultation ?

Les objectifs secondaires étaient de repérer les difficultés rencontrées par les médecins généralistes lors de cette prise en charge, de repérer les freins actuels à la communication entre professionnels de santé au sein de ce réseau de soin particulier qu'est la médecine aéronautique, ainsi que d'envisager des pistes d'amélioration afin d'optimiser la prise en charge des pilotes dans le but d'améliorer leur santé et la sécurité des vols.

La thèse permettra d'ouvrir des futurs axes de recherche pour la prise en charge des patients investis dans une activité dite à risque (parachutisme, ULM, plongée), à responsabilité (aiguilleurs de train, contrôleurs aérien, travail dans le nucléaire...) ou de transport d'ordre public (train, bus, taxi, bateau...).

Cette thèse n'a pas pour vocation d'énumérer au médecin généraliste toutes les connaissances transmises en formation universitaire de médecine aéronautique, mais plutôt de le guider dans la prise en charge des pathologies relatives à la médecine générale sur cette population particulière, en lui indiquant quelques règles de prises en charge, en rappelant les mesures de bon sens relatives à toute prescription, et en lui proposant un réseau de soin pour l'assister dans ses décisions. Il pourra aussi s'y référer pour répondre aux questions spécifiques des pilotes en devenir ou confirmés.

Le travail a été réalisé en trois temps.

- Le premier temps a consisté en une revue narrative de la littérature concernant la prise en charge du pilote dans l'aéronautique au travers de pathologies en lien avec une consultation de médecine générale. Elle a été réalisée dans l'ordre chronologique suivant :

1. Description de l'environnement naturel et non naturel dans lequel vole le pilote
2. Explication sur les conditions physiques nécessaires au pilote pour l'adaptation à cet environnement
3. Etablissement d'un guide de prise en charge pour les principales pathologies rencontrées en médecine générale
4. Discussion autour de la levée d'un secret médical lors de la découverte d'une pathologie par le médecin généraliste

## 5. Identification du réseau de soin pour le médecin généraliste pour le suivi de cette population

- Le deuxième temps était de réaliser un questionnaire destiné aux médecins généralistes à propos de leur connaissance générale du milieu aéronautique. L'objectif était d'identifier des signaux faibles afin de rappeler quelques règles de prise en charge chez une telle population.
- Le troisième temps du travail consistait à rencontrer quelques professionnels de santé experts dans ce domaine pour obtenir un avis subjectif des freins à la prise en charge médicale du pilote.

## MATERIEL ET METHODE

## 1. Stratégie de recherche documentaire

Il s'agit d'une revue narrative de la littérature avec une sélection non systématique de publications scientifiques relatives à la prise en charge des pathologies du pilote d'avion dans le cadre de la médecine générale.

La recherche bibliographique correspondait à des articles publiés entre janvier 1965 et avril 2021 (date de fin de sélection des articles).

Cette revue de la littérature porte sur 17 bases de données bibliographiques.

*Tableau - Les différentes bases de données sélectionnées pour la rédaction de cette thèse*

Moteurs de recherche informatiques	Législation française, européenne et internationale	Recommandations françaises en santé	Instances gouvernementales (littérature grise)	Littérature grise
PubMed Google Scholar Cismef Scopus BNDS Cochrane library	Code pénal Code de la santé publique CDOM Réglementation de l'OACI Réglementation de l'EASA	BDSP (moteur) HAS Vidal	SIGLE (moteur) BDSP (moteur) DGAC BEA	La revue Prescrire Livre de physiologie aéronautique Soframas

A cette base de données, ont été ajoutés des informations issues de sources gouvernementales ( Météo France, NTSB,...), d'un questionnaire auto-rempli par les médecins généralistes, et des entretiens de médecins spécialisés en aéronautique sous forme de discussion qui ont permis d'obtenir des informations pratiques sur le réseau de soin sur lequel le médecin généraliste pourrait s'appuyer.

L'équation de recherche était composée d'une combinaison de termes prédéfinis à l'aide des mots clés sélectionnés à partir du thésaurus Medical Subjects Headings (MeSH) ainsi que de leurs variations de termes. Nous avons identifiés 3 groupes de descripteurs MeSH pertinents :

- Médecine générale et médecine aéronautique : space medicine, general practitioner, general practice physician, physicians/family, Primary health care,...
- Voyage et aviation : Aviation, aircraft, flight, travel,...

- Santé du pilote d'avion : aviation medicine, pharmaceuticals/pilot, pharmaceutic preparations/aviation, disease/pilot, drugs/aviator, incapacitation,...

À l'intérieur de chaque groupe, les mots-clés ont été reliés par l'opérateur booléen « OR », et parfois les groupes ont été associés par « AND ».

Les mots clés équivalents ont été utilisés en français.

La recherche n'a pas été restreinte aux articles pour lesquels les termes MeSH utilisés étaient l'un des sujets principaux de l'article (l'option « Restrict Search to Major Topic Headings only » n'a pas été utilisée).

La recherche de ces articles a été la plus exhaustive possible. Pour ce faire, la procédure de sélection a inclus :

- les articles sélectionnés
- des articles référencés au sein de la littérature choisie.
- d'autres articles ont été identifiés à partir de la liste des références bibliographiques des articles précédemment sélectionnés et ont été inclus dans l'analyse
- les sites officiels de gouvernements nationaux ou instances européennes et internationales
- des rapports d'expert

Tous confondus, nous avons utilisé 102 articles scientifiques.

## **Population de l'étude**

L'étude principale était basée sur tous les pilotes dans le domaine aéronautique nécessitant une attestation médicale de classe 1 ou 2. Nous avons également discuté des pilotes nécessitant un certificat de non contre indication à la pratique de leur activité (parachute, ULM, ...) et des pilotes militaires (bien qu'ayant un suivi rapproché et très spécifique au sein de l'armée de l'Air, ALAT, Marine...).

## **Questionnaire**

Il a été réalisé une enquête transversale à l'aide d'un auto-questionnaire accessible ligne. L'outil informatique était Google Forms.

Les médecins ont été sollicités par voie électronique : courrier électronique (email), lettre d'information (newsletter), site web de l'Ordre des Médecins et par diffusion dans des réseaux de groupes de pairs. La participation était volontaire, et non indemnisée.

Les questions n'étaient pas à réponse obligatoire afin de ne pas invalider un questionnaire pour une question involontairement oubliée.

Tous les médecins généralistes, installés ou non ainsi que les internes de médecine générale ont été inclus. Les autres professionnels de santé ont été exclus de l'étude.

Dans ce questionnaire il leur était demandé :

- 1. leur profession
- 2. leur lieu d'exercice
- 3. s'ils avaient déjà entendu parler de médecine aéronautique
- 4. s'ils demandaient systématiquement le métier de leur patient
- 5. s'ils demandaient systématiquement les activités extra-professionnelles de leur patient
- 6. s'ils avaient déjà connu un patient pilote
- 7. si dans les médications suivantes certaines pouvaient, d'après eux, être prises par un pilote d'avion : Insuline, Sulfamide hypoglycémiant, Répaglinide, Metformine, Previscan ou Xarelto, antidépresseur type ISRS, Doliprane-Codéiné, antihistaminique, benzodiazépines à courte durée d'action
- 8. quelle option ils auraient choisi, en tant que médecin traitant du pilote, dans le cas du crash du Germanwings et si besoin donner à l'écrit une autre option personnelle
- 9. s'ils pensaient être au point sur les questions relatives au secret médical
- 10. s'ils souhaitaient recevoir une fiche relative à la prise en charge d'un pilote

Les données ont été recueillies entre le 12 avril 2021 et le 8 mai 2021, soit une période de 26 jours.

### **Recueil des avis des médecins aéronautiques**

Certains professionnels de santé investis dans le domaine médical de l'aéronautique ont été contactés pour convenir d'un rendez-vous en visioconférence, par téléphone, ou lors d'une rencontre.

L'ordre des entretiens était défini en fonction de l'ordre des disponibilités des professionnels de santé.

Les entretiens ont été enregistrés par dictaphone et prise de notes.

Les entretiens ont eu lieu de mars 2021 à mai 2021.

Les deux questions étaient :

1 - Quel est selon vous le rôle du médecin généraliste pour un patient pratiquant le pilotage ( ULM, pilote de ligne, pilote privé,...) ?

2 - Si le médecin traitant avait une difficulté de prise en charge chez un tel patient, sur quel réseau de soin pourrait-il s'appuyer (médecin du travail ou médecin aéronautique ou DGAC,... ) ? Y a-t-il en France un contact privilégié pour l'aider dans ses prises en charge ?

## **2. Critères d'inclusion et d'exclusion**

### **Critères d'inclusion**

- Articles en français et anglais. Le lieu de l'étude n'était pas limité à un ou plusieurs pays
- Article de recherche original ou revue
- Articles traitant de la santé d'un pilote dans l'aéronautique, avec des pathologies en rapport avec une prise en charge en médecine générale
- Concernant les recommandations, les articles les plus récents ont été sélectionnés. Parmi eux, les essais contrôlés randomisés, revues systématiques, méta-analyses incluant des essais contrôlés randomisés ou des études observationnelles

### **Critères d'exclusion**

- Les articles ne répondant pas aux critères de qualité de la Haute Autorité de Santé.
- Les éditoriaux, les lettres de cas n'ont pas été retenus
- Publication ne correspondant pas à un travail de recherche (par exemple article didactique) ou méthode non décrite
- Les rapports d'événements ne provenant pas d'une instance gouvernementale
- Comme décrit ci-dessus les articles non rédigés en langue française ou anglaise étaient exclus.

## **3. Critères de qualité**

L'analyse critique s'est appuyée sur le guide d'analyse de la littérature de la Haute Autorité de Santé. Le niveau de recommandations a été évalué selon les grilles proposées par l'HAS en niveau A, B ou C selon les modalités suivantes :

- Une recommandation de niveau A est fondée sur une preuve scientifique établie par des études de fort niveau de preuve (niveau de preuve 1).

- Une recommandation de niveau B est fondée sur une présomption scientifique fournie par des études de niveau intermédiaire de preuve (niveau de preuve 2).
- Une recommandation de niveau C est fondée sur des études de moindre preuve.
- En l'absence de précision, les recommandations proposées reposent sur un accord professionnel au sein du groupe de travail et du groupe de lecture : avis d'experts.

*Grade des recommandations de la HAS et niveau de preuve scientifique fourni par la littérature [6]*

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	Niveau 1 - essais comparatifs randomisés de forte puissance ; - méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ; - analyse de décision fondée sur des études bien menées.
B Présomption scientifique	Niveau 2 - essais comparatifs randomisés de faible puissance ; - études comparatives non randomisées bien menées ; - études de cohortes.
C Faible niveau de preuve scientifique	Niveau 3 - études cas-témoins.
	Niveau 4 - études comparatives comportant des biais importants ; - études rétrospectives ; - séries de cas ; - études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).

#### 4. Sélection des articles

Les articles ont été sélectionnés dans un premier temps à partir des titres.

Si le titre de l'article sélectionné s'avérait en lien avec notre recherche alors la lecture du résumé a été poursuivie. Si ce dernier paraissait également pertinent, l'article a été retenu et lu.

Les articles ainsi trouvés ont été lus dans leur intégralité lorsque cela était possible, puis leur pertinence a été évaluée par rapport au sujet de la thèse et son rapport à la médecine générale à l'aide de la grille de lecture standardisée de l'HAS.

Ainsi il a pu être extrait les informations pertinentes de chaque article ou document.

Le texte intégral de chaque article sélectionné à l'étape précédente a été recueilli. Un mail aux auteurs était envoyé lorsqu'il n'était pas possible de trouver le texte en entier. Malgré ce procédé, certains articles n'ont pas pu être retrouvés dans leur intégralité.

En cas d'existence de méta-analyses ou de revues systématiques de la littérature récentes et de bonne qualité, seules ces dernières ont été conservées. En présence de deux revues ou méta-analyses répondant à la même question de recherche, seule la meilleure revue ou méta-analyse a été conservée.

Ainsi, les références retenues ont été rangées dans les catégories suivantes :

- Méta-analyses
- Recommandations
- Etudes épidémiologiques
- Congrès ou conférences de consensus
- Etudes descriptives
- Thèses
- Etudes de causalité
- Articles de physiopathologie dont un livre de médecine aéronautique
- Articles de cas cliniques
- Rapports d'experts ou groupe de travail d'expertise

Les références ont ensuite été rangées en fonction de leur ordre d'apparition dans la thèse. Plusieurs sources ont parfois été utilisées pour répondre à une question.

A noter qu'il n'y a pas eu la nécessité d'un avis du Comité de Protection des Personnes (CPP), ni de demande d'autorisation des recherches ou de déclaration auprès de la CNIL.

## RESULTATS

## Revue narrative de la littérature

### I - Le pilote et son environnement

L'aviation civile comprend différents types d'activités que l'on peut grouper en trois grandes catégories :

- transport aérien commercial (compagnies aériennes).
- travail aérien et petit transport comportant 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.
- 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 ULM ( ultra légers motorisés) a ajouté une nouvelle dimension à cette catégorie. [7] [8]

#### 1. Les pilotes

Il y a globalement trois grands groupes de pilotes d'avion en France : le pilote privé, le pilote professionnel, et les autres ( planeurs, ULM,...) [9]

##### 1.1. Définitions

###### 1.1.1. Pilote privé

En 2018 nous dénombrons en France environ 40000 pilotes privés adhérents ( PPL, LAPL et ULM). La très grande majorité exerce cette passion dans des aéroclubs répartis à peu près partout en France. [3] [9]

Les licences de pilote privé avion (ou hélicoptère) sont les licences les plus répandues (Brevet de Base, LAPL pour Light Aircraft Pilot Licence et PPL pour Private Pilot Licence) et permettent d'exercer à titre non professionnel, sans rémunération, les fonctions de pilote sur les avions pour lesquels le titulaire possède une qualification valide et qui n'est pas exploitée à titre onéreux.

Ces avions peuvent être de tout type : du monomoteur à hélice au plus gros des avions Airbus ou Boeing. Cependant l'écrasante majorité vole sur petits avions monomoteurs à piston de type Robin DR-400 ou Cessna 172, en conditions météorologiques de vol à vue (VMC). Il n'est cependant pas inhabituel qu'une qualification de vol aux instruments (IR) soit ajoutée à une licence de pilote privé lui permettant de voler dans les nuages. [7] [9]

Le titulaire d'une licence LAPL ou PPL peut voyager partout en France et à l'étranger dans le respect de la réglementation en vigueur. Il peut emmener des passagers gratuitement ou avec un partage équitable des frais. Pour le Brevet de base c'est une autorisation de voler limitée puisque le pilote la plupart du temps ne peut emporter de passagers et doit voler autour de son aérodrome de départ.

La formation doit impérativement être faite dans un organisme de formation agréé, ou déclaré comme par exemple un aéro-club. [9]

### **1.1.2. Pilote professionnel**

Il existe actuellement trois voies d'accès au métier de pilote professionnel en France :

- la formation d'État au sein de l'ENAC (École Nationale de l'Aviation Civile) qui est la filière d'État
- la formation militaire
- les formations privées [10]

Comme explicité en amont, il n'existe pas un pilote professionnel mais des catégories de pilotes professionnels.

Le plus courant est celui de pilote de ligne qui opère pour une compagnie aérienne classique (Air France, Transavia, Corsair, EasyJet, Air Tahiti Nui, etc.). C'est la catégorie la plus importante.

Devenir pilote professionnel permet également d'exercer dans d'autres grands secteurs : c'est le cas du travail aérien dont la vocation première n'est pas le transport de passagers mais des opérations de vol ou de formation concrètes sur le terrain : aviation d'affaire, instruction en aéroclub ou en école, photographie aérienne, opérations agricoles (épandage, surveillance, etc.), largage de parachutistes, tractage de banderoles publicitaires, etc.

On retrouve également des pilotes professionnels chez les constructeurs d'avion et les équipementiers. Ces pilotes dits « d'essai et réception » contribuent largement, comme leur nom

l'indique, aux tests et aux lancements de nouveaux prototypes d'appareils chez Airbus, Boeing, Bombardier, Embraer, ATR et tant d'autres...

Ce tour d'horizon ne serait pas complet sans mentionner la présence de pilotes professionnels dans les administrations et dans l'armée (Direction générale de l'Aviation Civile, Gendarmerie Nationale, Armée de l'Air, de l'Aéronavale, Sécurité Civile, etc.).

Tous n'opèrent pas forcément sur des avions. Ce métier comporte également une frange non négligeable de pilotes d'hélicoptères au SAMU/SMUR, sur plate-forme off-shore, etc. [11]

### **1.1.3. Autre catégorie : pilote d'ULM, de planeur**

La licence de pilote de planeur permet au titulaire d'agir comme pilote commandant de bord de tout planeur. En 2018 nous en dénombrons en France environ 12000. [9]

L'ULM est une activité qui continue à grandir en France avec 15 000 adhérents en 2018 en France. Cependant cette pratique représente malheureusement une grande part de la mortalité par accident d'avion en France en 2018 avec 28 décès sur 74 recensés au total durant cette année en France ( ULM, planeurs, avions de loisir, hélicoptères et, avions de ligne confondus).

Les causes d'accidents entraînant un décès ou non sont variées : erreur de pilotage avec perte de contrôle, mauvaises conditions météorologiques, vols basses hauteur, causes médicales ou encore d'origine indéterminée. [12] [13]

## **1.2. Les conditions pour devenir pilote en France**

### **1.2.1. Les conditions civiles**

Pour obtenir la licence de pilote privé quelques conditions doivent être réunies par le futur pilote :

- même s'il peut commencer sa formation avant l'âge indiqué, un élève pilote privé doit avoir 15 ans révolus et un certificat médical valide pour effectuer son premier vol seul à bord (avec accord des parents pour un mineur)
- pour se présenter aux épreuves, un candidat doit avoir un certificat médical valide, 15 ans révolus pour le Brevet de Base, 17 ans pour le LAPL et la licence PPL

Pour exercer les privilèges de la licence, elle doit être accompagnée d'un certificat médical minimum de classe 2. [4]

Pour devenir pilote professionnel le candidat devra avoir 18 ans minimum.

L'âge minimal requis pour être breveté en ULM est de 15 ans. [14]

### **1.2.2. Les conditions médicales**

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.

Mais cette condition ne suffit pas et l'organisation de l'aviation civile internationale (OACI) stipule qu'un pilote ne peut piloter que s'il possède une licence accompagnée d'un certificat médical. Celui-ci devra être un certificat médical de classe 1 pour les pilotes professionnels, de classe 2 pour les pilotes privés ou de planeurs, et de classe 3 pour les contrôleurs aériens.

Cependant cette règle n'est pas généralisée à tous les pilotes d'aéronefs. Actuellement, aucune norme internationale n'a été établie pour les pilotes d'aéronefs ultralégers (ULM). Il n'y a donc pas de dispositions sur la délivrance de licences pour aéronefs ultralégers. [15]

Lors de la première demande de licence, un certificat médical de Non Contre-Indication au pilotage d'ULM (CMNCI) de moins d'un an, délivré par un médecin inscrit au Conseil de l'Ordre des Médecins Français attestant l'absence de contre-indication à la pratique de l'ULM doit être présenté. Il ne s'agit en aucun cas d'une visite médicale aéronautique et tous les docteurs en médecine en activité, en particulier médecins généralistes sont habilités à établir ce certificat.

A noter que les certificats médicaux d'aviation générale, établis dans la Communauté Européenne, Classe 1, Classe 2 ou LAPL, remplacent le CMNCI à condition que leur échéance couvre bien l'année civile en cours.

Dans le cas de la participation à des compétitions le certificat médical est annuel et doit impérativement porter la mention "en compétition ».

A titre d'information, et sans rentrer dans le détail, voici la liste des principales contre-indications médicales à ce CMNCI au pilotage d'ULM mentionnés sur le site officiel de la Fédération française d'ULM : toute pathologie aiguë ou chronique non stabilisée ou mal équilibrée par le traitement, en particulier :

- ophtalmologique
- cardio-vasculaire
- neuropsychique
- troubles de l'équilibre

- pulmonaire
- locomotrice
- infectieuse
- métabolique, surtout en cas de risque d'hypoglycémie [16]

Cette liste reste assez large mais ne se montre pas très précise pour un médecin généraliste. Cela peut relever plusieurs problèmes. Il faut imaginer qu'un ULM aujourd'hui va ressembler en de très nombreux points à un avion qu'un pilote privé pourrait louer, voire, certains ULM vont être encore plus rapides. Ils volent globalement aux mêmes altitudes et ont les mêmes automatismes assez rudimentaires.

Un titulaire se voyant refuser un certificat médical de classe 2 pourra se présenter chez un médecin généraliste quelconque pour obtenir son droit de voler. Il est logique d'imaginer que les contre-indications et traitements mis en place chez ce type de patient pourraient être très ressemblants à ceux proscrits dans le cadre d'un pilote privé ou professionnel.

Cette même réflexion pourra être faite pour les patients souhaitant exercer un baptême ou un brevet de parachutisme. Ceux-ci se voient monter en quelques minutes à des altitudes allant jusqu'à 4000 mètres, puis effectuer un saut avec des fortes accélérations. La fédération française de parachutisme indique d'ailleurs sur son site quelques contre-indications qui ne sont pas sans rappeler celles inscrites dans les réglementations médicales en lien avec l'aviation.

Cette thèse pourra ainsi offrir quelques outils pour guider le médecin généraliste dans la mise en jeu de sa responsabilité lors de la rédaction d'un CMNCI. En effet, il pourrait s'inspirer des précautions médicales relatives au pilote privé pour l'aider dans sa prescription d'un CMNCI. Ceci est valable pour tous les sports aériens en général.

## **Annexe 1 - Les contre-indications à la pratique du parachutisme sportif [17]**

## **2. L'environnement**

### **2.1. L'atmosphère**

#### **2.1.1. Définition**

On appelle « atmosphère » l'enveloppe gazeuse qui entoure certains corps célestes comme, par exemple, la Terre, Vénus ou Mars. Les gaz sont maintenus autour de ces corps célestes par la force gravitationnelle qui les retient et les empêche de s'échapper vers l'espace.

Les molécules des gaz atmosphériques sont donc essentiellement concentrées près du sol. Ainsi, la moitié de la masse de l'atmosphère se situe au-dessous de 5 500 mètres et 99 % de la masse de l'atmosphère se situe entre 0 et 30 km. Dans cette couche, la composition chimique de l'air est relativement homogène. [18]

### **2.1.2. Sa composition**

L'eau se rencontre essentiellement dans les premiers kilomètres de l'atmosphère. On la trouve sous forme de vapeur, et aussi sous forme liquide (dans les nuages, brouillards...) et solide (dans certains nuages). Les autres gaz, eux, ont une concentration relativement stable et homogène, même s'il y a évidemment des fluctuations.

La composition de l'air de l'atmosphère restant constante dans toute la gamme d'altitude utilisée par l'aéronautique (qui elle s'étend de 0 à 14 km de hauteur soit 45000 pieds environ) à l'exception de la vapeur d'eau et de quelques composants minoritaires. La conversion se fait dans un rapport de 3 environ, puisque 1 mètre équivaut à un peu plus de 3 pieds (feet ou ft).

Elle est composée d'azote (78 %), d'Oxygène (21 %), de vapeur d'eau (2 %), argon (1 %), dioxyde de carbone (0,03 %), Ozone (très faible quantité). Mais aussi on y rencontre ce que les météorologistes appellent des aérosols : ce sont des particules solides ou liquides en suspension dans l'air. Certains aérosols sont d'origine naturelle, comme les cendres volcaniques, le pollen des fleurs, les spores de plantes ou les cristaux de sel marin ; d'autres sont produits par l'activité humaine (rejets industriels) qui pourront par exemple donner des manifestations respiratoires.

La fraction d'oxygène est constante avec la montée en altitude cependant c'est la pression partielle en oxygène qui baisse avec la baisse de la pression barométrique. [18] [19]

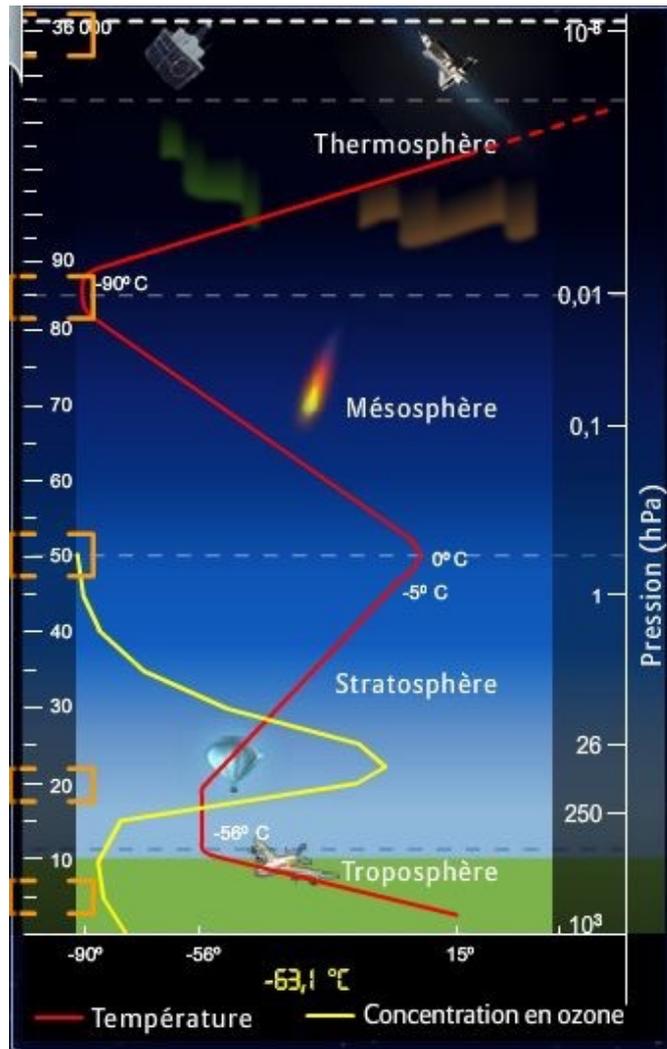
## **2.2. Altitude et pression barométrique**

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 :

- mécanique (dilatation des gaz piégés)
- biologique (chute de la pression partielle d'oxygène pO<sub>2</sub>).

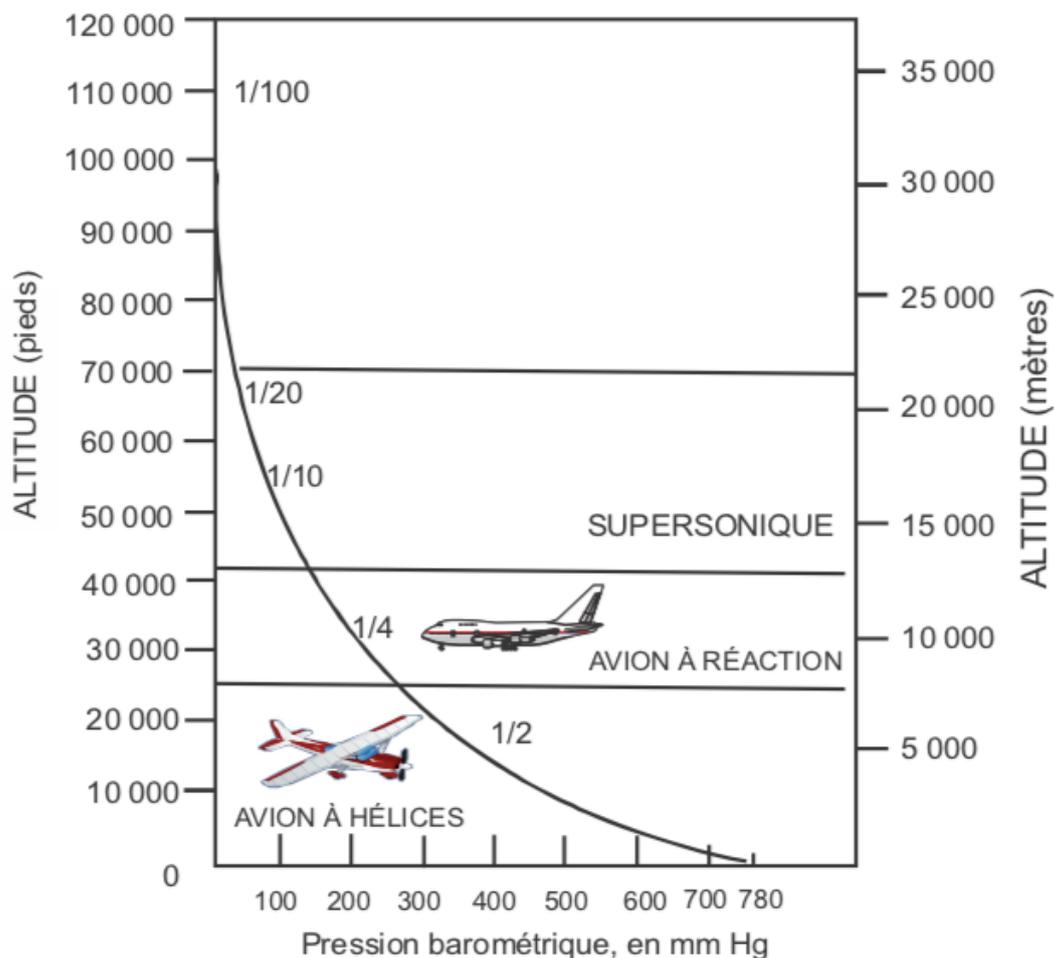
*Les couches de l'atmosphère en fonction de l'altitude en km [18]*



L'altitude est également marquée par la diminution de la température de l'air. Mais cela reste sans incidence dans l'avion dans les avions de ligne ou les avions de loisirs puisque la température peut être réglée.

L'éventail des conditions environnementales rencontrées en aviation civile varie beaucoup, des petits avions et des planeurs non pressurisés, jusqu'à celles que rencontrent les avions à réaction subsoniques et, éventuellement, supersoniques. [15] [19]

Graphique indiquant la relation entre la pression barométrique et le plafond opérationnel des avions [15]



La plupart des avions de ligne volent à 10 km (environ 35000 pieds) avec une pression-cabine de 2500 m (8000 pieds), alors que les avions non pressurisée resteront en général sous 10 000 pieds sans apport d'oxygène.

### 3. Les contraintes physiques et mentales dues à l'environnement

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.

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 progrès de la recherche aéronautique et les améliorations de la technologie ont contribué à réduire la probabilité de défaillances du système Homme-machine.

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.

En ce qui concerne ces contraintes, l'altitude représente le facteur d'environnement le plus connu, à travers sa principale conséquence, l'hypobarie, ou diminution de la pression barométrique. A l'hypobarie sont associés l'hypoxie, les barotraumatismes (liés aux variations de la pression totale) et la maladie de décompression (diminution de la pression partielle d'azote). Le tragique récit de la première ascension de Sivel et Crocé-Spinelli à bord du ballon l'étoile polaire, le 22 mars 1874 décrivait parfaitement les effets potentiellement mortels à l'exposition de l'Homme à l'altitude, sans mise en place des moyens et procédures propres à assurer sa survie.

Les symptômes observés avec la montée en altitude sont multiples, car c'est sous trois formes différentes que les gaz sont contenus dans l'organisme :

- gaz occlus dans les cavités closes ou semi-closes de l'organisme (tube digestif, cavités ORL, poumons...) et qui sont à l'origine des barotraumatismes (loi de Boyle- Mariotte :  $Pression \times Volume = constante$ )
- gaz dissous dans l'organisme à l'origine de la maladie de décompression ou aéroembolisme (loi de Henry)
- gaz combinés chimiquement dans l'organisme qui sont les gaz respiratoires (O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>). Cela aura pour conséquences l'hypoxie/anoxie ou hyper/hypocapnie. [19]

### **3.1. Les contraintes spécifiques**

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. 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).

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. [15]

La pressurisation de la cabine entraîne hypoxie, hypobarie et réduction drastique d'hygrométrie responsables de l'essentiel des incidents survenant à bord.

### 3.1.1. Hypoxie

La respiration est définie comme l'ensemble des fonctions qui assurent les oxydations cellulaires. La ventilation et la circulation font partie de la respiration. Elles permettent à l'organisme aérobie d'assurer la convection gazeuse entre l'air ambiant et le lieu des oxydations cellulaires. Elles permettent l'apport d'oxygène et l'évacuation des déchets métaboliques : eau, gaz carbonique et chaleur.

Un petit rappel de physiologie autour de quelques chiffres semble nécessaire. Le réseau vasculaire contient environ 4,5 litres de sang. A l'état de repos le débit sanguin est de l'ordre de 5 litres par minute, il augmente jusqu'à 30 l/min à l'exercice physique maximal. La fréquence cardiaque passe elle de 60 à 180/200 battements par minute.

Le système ventilatoire est constitué d'un réseau de canalisations gazeuses et d'une surface d'échanges entre le sang et les gaz alvéolaires issus de l'environnement : membrane alvéolo-capillaire. Cette membrane permet une surface d'échanges de 90 m<sup>2</sup>.

Le débit moyen de la ventilation est de 7 dm<sup>3</sup>/min au repos (1 dm<sup>3</sup> = 1 litre), 100 au cours d'un exercice physique intense et 200 dm<sup>3</sup>/min lors de l'épreuve de ventilation maximale.

Dans l'application ergonomique, 3 pressions sont définies :

- P(A) : pression alvéolaire
- P(Ba) : pression barométrique péri-thoracique (pression ambiante de notre environnement)
- P(Bb) : pression buccale

Dans les conditions de la vie courante les deux dernières sont égales mais l'introduction d'un système inhalateur d'oxygène crée une inégalité entre les deux.  $[P(Ba) - P(Bb)]$  représente donc la résistance de l'équipement porté. Cet équipement ne doit pas doubler la résistance des voies aériennes normales du sujet pour être considéré comme bon.

La différence  $[P(A) - P(Ba)]$  est représentative de la résistance des voies aériennes du sujet.

Les pressions partielles alvéolaires moyennes, au niveau de la mer (où la pression atmosphérique est de 1013 hPa environ, soit 765 mmHg ou 1 Bar) sont de 21 kPa (100mmHg) pour l'O<sub>2</sub> et de 5 kPa (40mmHg) pour le CO<sub>2</sub>.

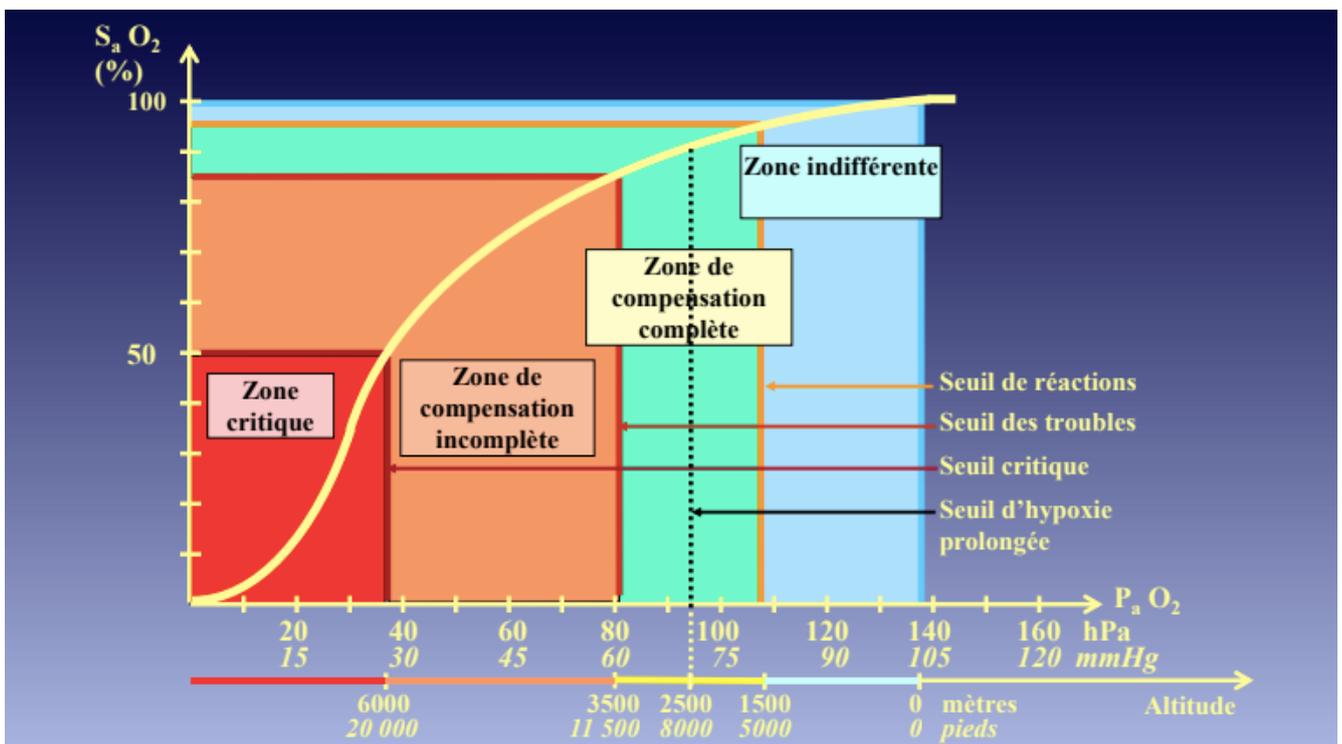
A titre d'information 1kPa vaut 10 hPa ou se convertira en 7,5 mmHg.

La commande ventilatoire varie en fonction de deux molécules : O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>. Elle est asservie par la pression partielle d'oxygène artérielle PaO<sub>2</sub>. Elle est aussi centrale et corrélée au pH du LCR au niveau du bulbe rachidien (lui même dépendant de la pression partielle de dioxyde de carbone artérielle PaCO<sub>2</sub>).

Ces deux éléments, en altitude aéronautique, sont liés de façon directe avec une cinétique rapide.

[19]

Graphique démontrant la tolérance de l'hypoxie en fonction de l'altitude [20]



D'après ce graphique 4 seuils de tolérance à l'hypoxie sont retrouvés :

- la zone indifférente entre 0 et 1500 m (5000 pieds) : aucune réaction physiologique d'origine hypoxique n'apparaît à ce stade. Cependant les barotraumatismes peuvent apparaître.
- zone de compensation complète entre 1500 et 3500 m ( 11500 ft) : l'organisme compense l'hypoxie par des réactions cardio-respiratoires adaptées (augmentation des fréquences respiratoire et cardiaque). Mais 2 fonctions ne sont pas compensées : la vision de nuit et la capacité d'apprentissage ( à partir de 8000 ft). Un passager sur un vol court-courrier (ne dépassant pas une heure) restera un quart à une demi-heure dans cette zone, alors que sur un vol moyen ou long-courrier, il peut y séjourner plusieurs heures.

Les personnes porteuses d'une affection pulmonaire (emphysème, insuffisance respiratoire), cardiaque (insuffisance cardiaque, angor) ou sanguine (anémie) ne pourront pas compenser l'hypoxie en altitude, et courent un risque réel de malaise par hypoxie à bord. Cela sera à apprécier par leur médecin en fonction de la durée du vol.

- zone de compensation incomplète entre 3500 et 6000 m ( 20000 ft) : risque d'hypoxie aigue avec ses troubles : dégradation du jugement, difficulté à la concentration, dégradation de la mémoire, état dysphorique, troubles du comportement, céphalées, vertiges, somnolence, troubles visuels, perturbation de l'activité motrice.
- zone critique au-delà de 6000 m : risque de syncope hypnotique d'autant plus rapide que l'altitude est élevée. Sans correction elle se termine par le décès du pilote. [21] [19]

*Tableau relatant la pression partielle en oxygène et dioxyde de carbone atmosphériques en fonction de l'altitude [20]*

Altitude		P <sub>A</sub> O <sub>2</sub>		P <sub>A</sub> CO <sub>2</sub>	
mètres	<i>pieds</i>	hPa	<i>mmHg</i>	hPa	<i>mmHg</i>
0	0	138	103	53	40
2 500	8 000	96	71	49	37
4 500	15 000	61	46	44	33
5 500	18 000	53	39,5	37	28
6 100	20 000	49	36,5	35	26,5
6 700	22 000	44	33,2	33	25
7 600	25 000	40	30	29	22

La ventilation varie en fonction de la pression inspiratoire en oxygène. Nous pouvons en ressortir quelques principes :

- la ventilation n'augmente significativement que lorsque la pression inspirée en oxygène diminue en dessous de 10 kPa (environ la moitié de la valeur normale qui est de 212 hPa soit 21,2 kPa, qui équivaut en air ambiant à 0,21 FiO<sub>2</sub>)
- l'augmentation maximale de la ventilation permet de multiplier sa valeur initiale par un facteur voisin de 4. La syncope hypoxique survient au-delà de cette limite
- il existe une importante variabilité interindividuelle dans la sensibilité à l'oxygène. Pour certains la ventilation peut ne pas augmenter et pour d'autres le faire de manière beaucoup plus élevée avec un facteur 6 ou 7
- cette régulation n'est pas adaptable avec le temps, même en cas de variation prolongée de la PO<sub>2</sub>

La ventilation varie également en fonction du dioxyde de carbone dans l'air ambiant. Cependant l'être humain est assez peu sensible à une augmentation faible de la pression partielle inspirée en dioxyde de carbone (jusqu'à 3 kPa en plus soit 20 mmHg). Cependant pour des valeurs supérieures la ventilation est stimulée de façon beaucoup plus marquée avec une variabilité interindividuelle moins importante. L'adaptabilité est importante et face à une modification prolongée de la PaCO<sub>2</sub> l'organisme annule le stimulus correspondant pour se réguler en fonction de la nouvelle valeur.

Pour rappel le pH en conditions physiologiques varie de 7,42 dans le sang artériel à 7,35 dans le sang veineux. Il varie selon l'équation de Hendersson-Hasselbach :

$$\text{pH} = \text{pK} + \text{Log} \{ [\text{HCO}_3^-] / a.\text{PCO}_2 \}$$

avec pK valeur d'équilibre du système tampon bicarbonate, [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] concentration du sang en ions bicarbonates, PCO<sub>2</sub> pression partielle du sang en CO<sub>2</sub>, a : constante dépendant des unités.

La relation qui lie la saturation en oxygène mesurée par voie transcutanée (SaO<sub>2</sub>) et la PaO<sub>2</sub> est représentée par la courbe de Barcroft et dépend de différents facteurs tels que la température, le pH sanguin et la PaCO<sub>2</sub>. [19]

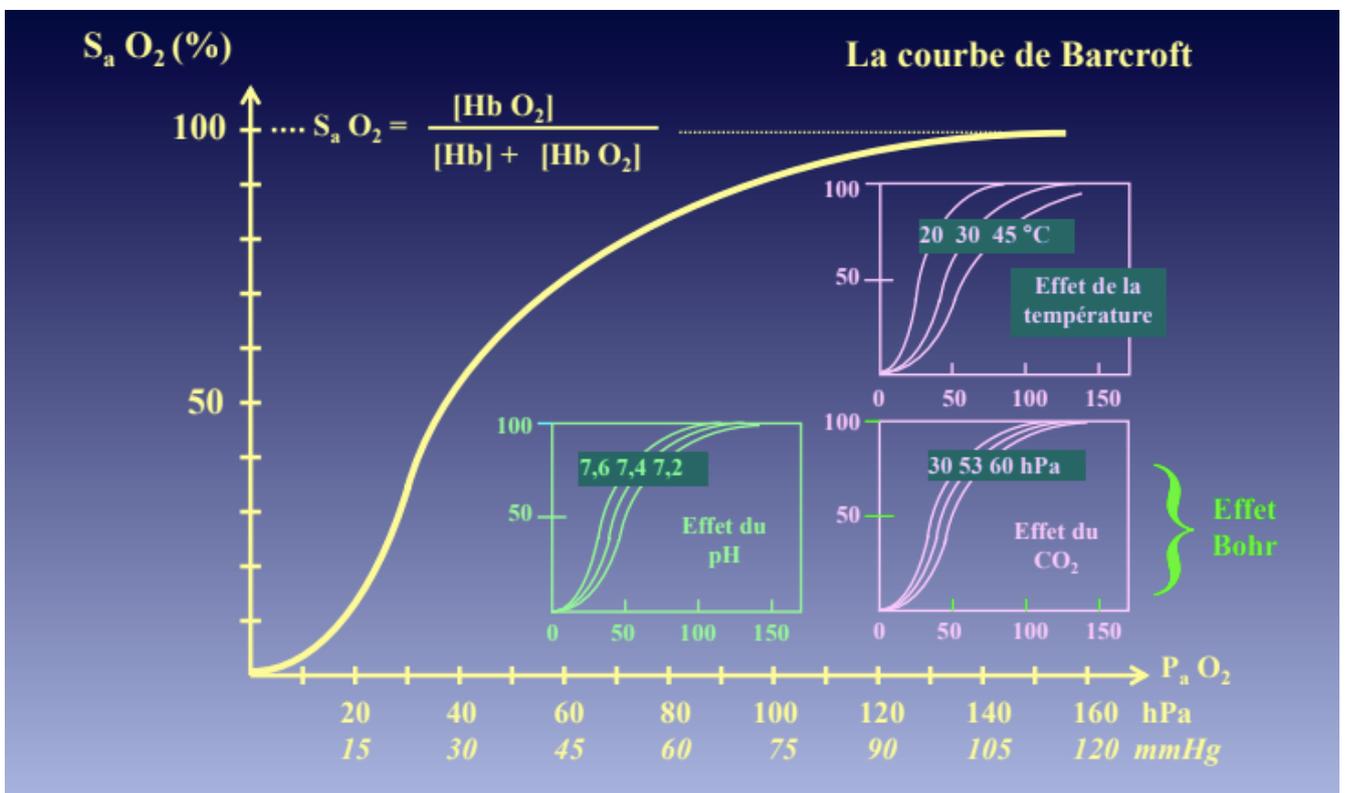
L'hypoxie au niveau tissulaire est une diminution des capacités oxydatives. En altitude la pression partielle en oxygène diminue et le tissu le plus sensible à l'hypoxie est le système nerveux.

Les causes d'hypoxie en relation avec le vol peuvent être dues à :

- l'insuffisance de l'apport d'oxygène par les gaz inspirés ( hypoxie d'ambiance, dite d'altitude)

- à des troubles ventilatoires, pulmonaires ou circulatoires : accélération, intoxication par fumée : CO, NO...
  - au blocage de l'hémoglobine par un toxique ou présence d'une anémie. 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.
  - au blocage de la chaîne cellulaire
  - à l'hypoxie par utilisation périphérique de l'oxygène ( travail physique dans la cabine de l'avion)
- [15] [19]

*Courbe de Barcroft [20]*



Dans le transport civil les passagers ou membres d'équipage peuvent cumuler l'hypoxie d'altitude avec leur état pathologique antérieur et présenter des troubles dans des conditions d'altitude inusuelles par rapport aux descriptions classiques.

Cette diminution de la pression alvéolaire en oxygène est responsable d'une diminution des performances psychiques et physiques. Cette diminution de performance augmente avec l'altitude et la durée d'exposition. Elle est significative dès 3 000 m et devient critique à partir de 6 000 m. Ceci explique que l'ascension de l'Everest sans oxygène relève de l'exploit. Réalisé pour la première fois

par Reinhold Messner et Peter Hebler en 1978, cette ascension était, au préalable considérée comme impossible.

L'hypoxie peut être brièvement classifiée selon la durée d'exposition à une pression partielle en oxygène avant l'apparition des symptômes. Il y a l'hypoxie :

- suraiguë (ou fulminante) : apparait lors d'une décompression brutale de cabine à plus de 7500 mètres d'altitude (24000 ft) responsable d'une syncope à l'emporte pièce après quelques secondes
- aigue : lors d'une exposition arrivant en quelques minutes à l'altitude supérieure à 5000 m (16 000 ft). Elle apparait après quelques minutes avec des réactions physiologiques et psychomotrices caractéristiques, des troubles psychiques et une syncope possible
- prolongée : c'est ce qu'il se passe après quelques heures en cabine pressurisée pour les pilotes, c'est-à-dire à une altitude cabine de 2500 m ( 8000 ft). Le symptôme caractéristique est la fatigue
- chronique : lorsque l'exposition s'étend pendant plusieurs jours, mois ou années à une altitude de plus de 3500 m ( 11000 ft). Ce sont des troubles dits d'adaptation que l'on rencontre au cours des séjours en montagne. [19]

Il est rare que tous les signes et tous les symptômes se retrouvent chez une même personne. Les symptômes de l'hypoxie sont nombreux et il peut être observé entre autres :

- une modification des fonctions végétatives
- une dyspnée avec hyperventilation (20% à 4500m soit à peu près au niveau du Mont Blanc, 50% entre 5500 et 7000m)
- des céphalées
- une augmentation du débit cardiaque (le patient coronarien peut présenter des symptômes dès 2000m d'altitude, soit l'altitude cabine d'une avion de ligne classique)
- une atteinte des cellules nerveuses (sensibles à l'hypoxie car le fonctionnement est totalement dépendant des conditions aérobies). Chez l'Homme les cellules nerveuses cessent de fonctionner 5 secondes après l'arrêt d'apport en oxygène. Il y a une perte de conscience avec possiblement des mouvements involontaires et désordonnés, puis une reprise de conscience après 20 secondes de réoxygénation, avec des lésions irréversibles après 3 minutes d'anoxie cérébrale. A noter que ces cellules sont plus rapidement détruites lorsque leur fonction est évoluée ( perte de conscience rapide mais une ventilation conservée)
- présence de troubles du comportement de tout type ( dysphorie, troubles cognitifs)
- Atteinte des cellules musculaires : contraction plus lentes et moins importante en condition d'hypoxie tissulaire (test psychomoteur complexe perturbé vers 3500m, voix perturbée, tremblement vers 4500m puis incoordination et paralysie malgré la volonté de réaliser le geste)

- La vision nocturne est perturbée dès 1800m (6000 ft) et la vision des couleurs à partir de 2500m. L'acuité visuelle est peu modifiée et l'audition est particulièrement résistante à l'hypoxie. [19]

*Les symptômes d'hypoxie [15]*

<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		H	Bâillements
Étourdissement (vertiges)		Y	Tremblements
Nausées		P	Sueur
Sensation de chaleur au visage		O	Pâleur
Obscurcissement de la vision		X	Cyanose
Vision troublée		I	Faciès tendu, anxieux
Vision double (diplopie)		E	Tachycardie
Confusion ; légère euphorie			Bradycardie (dangereuse)
Somnolence			Manque de discernement
Malaise			Empâtement de la parole
Faiblesse			Perte de coordination
Stupeur			Inconscience ; convulsions

La première pressurisation d'une cabine remonte à 1928 sur un Junker Ju49.

Le conditionnement de l'ère de la cabine permet de maintenir l'atmosphère à une pression suffisante pour assurer une oxygénation correcte des tissus.

Le choix exact de la pression de la cabine dépend donc de la population de transporter.

La pressurisation avion (la plupart des avions commerciaux) se fait en y associant une altitude cabine qui sera celle que les passagers et les pilotes ressentiront au niveau de leur organisme. Elle ne peut pas être trop basse car cela impliquerait un différentiel de pression trop important entre l'intérieur et l'extérieur de l'avion et endommagerait trop rapidement la structure.

Les valeurs de la tolérance à l'hypoxie d'altitude reconnues par la réglementation sont de 5000 pieds sans altération de la vision nocturne, 8000 pieds pour le seuil d'hypoxie prolongée sans fatigue excessive. C'est l'altitude maximale autorisée dans la cabine d'un avion de transport commercial de passagers, et ce, afin de protéger la santé de tous. A cette altitude la pression barométrique et la pression partielle d'oxygène ont déjà diminué de 25 % par rapport à celle au niveau de la mer. [19]

Ce système de pressurisation est ainsi responsable d'une hypoxie, d'une hypobarie et d'une réduction drastique de l'hygrométrie.

En cas de décompression explosive de la cabine d'un avion, la procédure est donc de descendre en urgence à une altitude raisonnable pour permettre une respiration à peu près normale de l'ensemble des passagers et du personnel, soit environ 10 à 15000 pieds.

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. La réglementation européenne stipule donc que le pilote ( dans ce cas souvent un pilote privé, de planeur ou pilote d'ULM par exemple) s'assurera toujours que lui-même et les membres de l'équipage de conduite utilisent de manière continue l'équipement d'oxygène de subsistance lorsque l'altitude- pression de la cabine dépasse 10 000 ft pendant plus de 30 minutes, et chaque fois que l'altitude cabine est supérieure à 13 000 ft. [22]

Pour palier les effets de l'hypoxie d'altitude, seules deux techniques sont utilisables :

- soit maintenir une  $F_{iO_2}$  à une valeur suffisante ( par inhalateurs de gaz enrichis en oxygène classiques)
- soit maintenir la pression barométrique suffisante ( pressurisation des avions).

La pression atmosphérique est divisée par 5 pour atteindre environ 200 hPa à 12km d'altitude (40000 pieds). Comme expliqué, à cette altitude, l'air atmosphérique contient toujours 21 % d'oxygène. Par conséquent la pression partielle d'oxygène aura tellement diminuée, qu'elle sera la même aussi bien dans une bouteille d'oxygène pure à 12 km ( $F_{iO_2}$  est alors égale à 1), qu'au niveau de la mer dans une atmosphère normale ( $F_{iO_2}$  à 0,21). En conséquence il est impossible de protéger l'organisme humain contre l'hypoxie d'altitude si celle-ci est supérieure à 40 000 pieds, même sous oxygène pur. Il faut donc au delà de 40 000 ft assurer la protection avec une ventilation à pression positive jusqu'à 45000 ft. Au delà il faudra utiliser la cabine ou le scaphandre pressurisé. Un pilote de ligne est constamment en cabine pressurisée à 8000 ft, et ne vole qu'exceptionnellement au delà de 40 000 ft.

Voici pour information les effets de l'hypoxie à différentes altitudes, lorsque la cabine est dépressurisée de manière aiguë. Cela est donc valable principalement en cas de décompression explosive accidentelle d'un avion de ligne. Ces chiffres permettront de résumer cette partie sur l'hypoxie d'altitude :

- 2 500 m (8 000 ft) : La baisse de pression alvéolaire en oxygène entraîne, chez le sujet sain, une diminution de la saturation veineuse en oxygène ( $S_{pO_2}$ ) médiane de 97 à 93 % chez l'individu au repos ne souffrant pas de maladie cardiovasculaire ou pulmonaire. 8000 ft est pour rappel l'altitude- cabine maximale d'un avion de ligne.
- 3 000 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.

- 3 600 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.
- 4 300 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.
- 4 500 m (15 000 ft), soit un peu plus haut que le Mont Blanc : cette altitude donne une saturation du sang en oxygène d'environ 80 % et toutes les personnes sont atteintes, certaines gravement.
- 6 000 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).
- 7 500 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, et aéroembolisme (bulles d'azote dans le sang) commence à constituer une menace.
- 9 200 m (30 000 ft), soit un peu plus haut que l'Everest : Le TCU est d'environ 30 secondes.
- 10 500 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 %
- 11 300 m (37 000 ft) : Le TCU est d'environ 18 secondes. Lorsque cette altitude est dépassée, l'oxygène commence à quitter le sang, à moins que ne soit fourni de l'oxygène à saturation positive.
- 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. [15] [22]

### **3.1.2. Hypobarie**

#### Les barotraumatismes :

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. Ce gradient persistera jusqu'à ce qu'un nouvel

équilibre s'établit. 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.

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.

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). Comme indiqué dans la partie précédente, 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. Mais une décompression très rapide peut aussi léser les organes et les tissus, du fait de l'expansion des gaz libres se trouvant dans l'organisme.

Il n'y a d'ailleurs pas d'obligation d'avoir une décompression explosive pour induire des symptômes liés au barotraumatisme. Une question d'importance pratique est que des barotraumatismes peuvent se produire à basse altitude puisque la pente de la courbe altitude-pression est très forte aux niveaux inférieurs. Même des variations normales dans une cabine pressurisée peuvent provoquer un barotraumatisme. [15]

Les variations de pression entraînent des variations de volume. Or si les parois des cavités de l'organisme ne sont pas librement distensibles, l'expansion gazeuse sera limitée par les caractéristiques élastiques des parois. Une certaine quantité de gaz est contenue à l'intérieur de cavités closes ou semi closes de l'organisme et l'application de la loi physique de Boyle- Mariotte ( $\text{Pression} \times \text{Volume} = \text{constante}$ ) sur ces gaz introduit des variations de volume ou des efforts de distension des parois de ses cavités. Tout cela peut être fort douloureux avant une potentielle rupture.... il s'agit de troubles décrits sous le nom de barotraumatismes. Ce phénomène peut toucher les sinus et les oreilles, le tube digestif et, dans des cas accidentels (décompression explosive de cabine), les poumons. Des symptômes comparables sont observés au cours des plongées sous-marines. [19]

Ces barotraumatismes touchent essentiellement les cavités O.R.L (oreilles et sinus) et le tube digestif.

La cavité de l'oreille moyenne communique avec l'extérieur par un conduit très sinueux creusé dans l'os : la trompe d'Eustache, qui débouche dans l'oropharynx. La trompe d'Eustache est tapissée d'une muqueuse de type respiratoire qui à son extrémité oropharyngienne peut présenter un

épaississement. En pratique la muqueuse qui tapisse cette trompe peut se comporter comme une véritable valve unidirectionnel ne laissant passer facilement les gaz que dans un seul sens : celui de leur évacuation.

Les barotraumatisme sont dus à l'effet de clapet. Au cours de la monter en altitude, la cavité de l'oreille moyenne se vidange facilement. Cependant lors de la descente la trompes d'Eustache reste fermée. Il se constitue donc une différence de pression de part et d'autres du tympan, qui peut être le siège de lésions diverses et d'une vive douleur. Par cette particularité anatomique les barotraumatisme du tympan se produisent le plus souvent à la descente (dans 95 % des cas). Ils seront très aggravés par toute infection des voies respiratoires et peuvent être très invalidantes. En aviation civile cela représente la cause la plus fréquente d'inaptitude temporaire ou définitif du personnel navigant commercial.

Les barotraumatisme des sinus répondent aux mêmes mécanismes : ils se traduisent par de vive douleur en général au niveau des sinus frontaux. [19]

La prise en charge des otites barotraumatiques sera expliquée plus loin dans cette thèse, dans sa section correspondante.

Par ailleurs deux organes digestifs peuvent être atteints par les variations de pression : les dents et les intestins.

Pour les aerodontalgies ces troubles sont interprétés comme étendus à des mini lésions de fermentation bactérienne dans la pulpe dentaire. La montée en altitude entraîne l'expansion volumétrique de ces micro bulles gazeuse qui entraînent de très violentes douleurs de la pulpe dentaire. Ces douleurs apparaissent donc à la montée et disparaissent à la descente. La douleur peut-être très vive, à la limite de la syncope. Des dents saines ou correctement traitées ne sont jamais le siège de tels troubles.

Le tube digestif en général contient plusieurs centaines de centimètres cubes de gaz ( air déglutit, gaz des fermentations intestinales). En subissant une expansion volumétrique limitée par la distanciation des viscères les symptômes peuvent aller de la simple gêne abdominale à des douleurs très vives et invalidantes. Il s'agit probablement des troubles les plus communs en altitude.

Une alimentation permet de prévenir ses troubles a minima : éviter les boissons gazeuses, les aliments fermentescibles et les irritants. [19]

Malgré la pressurisation de l'avion, les contraintes techniques empêchent de maintenir une altitude cabine au niveau de la mer. On passe d'une altitude cabine de 0 à 2 400 m, puis de 2 400 à 0 m. Ainsi, à 2 400 mètres, le volume des gaz augmente systématiquement de 20 à 30 % et la dilatation des gaz de l'abdomen peut aggraver une colite, une diverticulite, un ulcère gastrique, une hernie. Toutes ces pathologies seront évoquées plus loin dans cette thèse. [21]

Au niveau pratique l'absence de possibilité de soins d'urgence pendant une période pouvant atteindre 12 heures sur les vols les plus longs doit contre-indiquer le vol à certains sujets en cas d'affection digestive en phase aiguë : ulcère, intervention récente dans les 15 jours suivant une intervention (cicatrisation incomplète).

En règle générale, un sujet atteint d'une maladie non stabilisée ne doit pas prendre l'avion. Cependant, en cas de nécessité, la plupart des malades peuvent voler, soit lors d'un rapatriement sanitaire sur avion spécialement affrété et équipé, soit sur certaines compagnies avec une assistance médicalisée (transport allongé, oxygène, présence d'un médecin).

Dans tous les cas, l'aptitude au vol d'un passager fragilisé doit être appréciée par son médecin traitant. En cas de doute, il pourra prendre contact avec un médecin de la compagnie aérienne. [15]

En dépit de ces variations de pression, le risque de pneumothorax ne semble pas augmenté dans certaines études. [22]

Cependant les distensions de gaz restent évidentes dans certains espaces occlus (comme dans les emphysèmes) notamment en cas de décompression explosive. [19]

### La maladie de décompression d'altitude

Elle est connue depuis très longtemps chez les travailleurs en milieu gazeux comprimé. Elle est l'un des risques physiologiques majeur de la plongée. C'est à un moindre degré qu'elle concerne l'aviateur ou le spationaute car les moyens et procédures de protection l'ont rendu rare. Elle reste présente dans plusieurs domaines aéronautique : opérations de parachutage à haute altitude, l'exposition à l'altitude après plongée sous-marine, le risque d'exposition des passagers de l'aviation de transport suite à une décompression de la cabine... Ce phénomène peut être engendré à partir de 18 000 pieds (5500m).

Elle a pour définition un trouble pathologique dû à un excès de gaz métaboliquement inerte dissous dans l'organisme. Il s'agit en aéronautique quasi-exclusivement de l'azote. Elle découle de la loi de Henry qui stipule que :

« lorsqu'un liquide est en contact avec un gaz, une certaine quantité de gaz se dissout dans le liquide jusqu'à un point d'équilibre appelé saturation. La quantité de gaz saturante dépend de la nature du liquide et du gaz et elle est proportionnelle à la pression partielle du gaz en contact avec le liquide. »

Pour faire plus simple, au sol il y a du gaz dissout dans les tissus. Lorsqu'une montée en altitude se produit (ou une baisse de pression en général comme un plongeur qui remonte), alors du gaz dissous s'évacue du liquide sous forme de bulle. L'objectif est d'équilibrer les pressions avec

« l'environnement ». Cependant ces bulles vont alors aller dans les tissus ( bulles locales) ou bien passer dans la circulation générale (emboles gazeuses).

L'exemple concret est une bouteille d'eau gazeuse sous pression qui s'ouvre ( et donc la pression baisse) , le gaz carbonique dissout s'échappe alors sous forme de bulles gazeuses.

Les symptômes apparaissent au maximum dans les 6 heures après la remontée en altitude ou en surface avec classiquement des douleurs articulaires. Il peut également y avoir des symptômes articulaires non douloureux ou encore des symptômes cutanés (puces). [19]

Les symptômes plus graves et plus aigus peuvent être d'ordre :

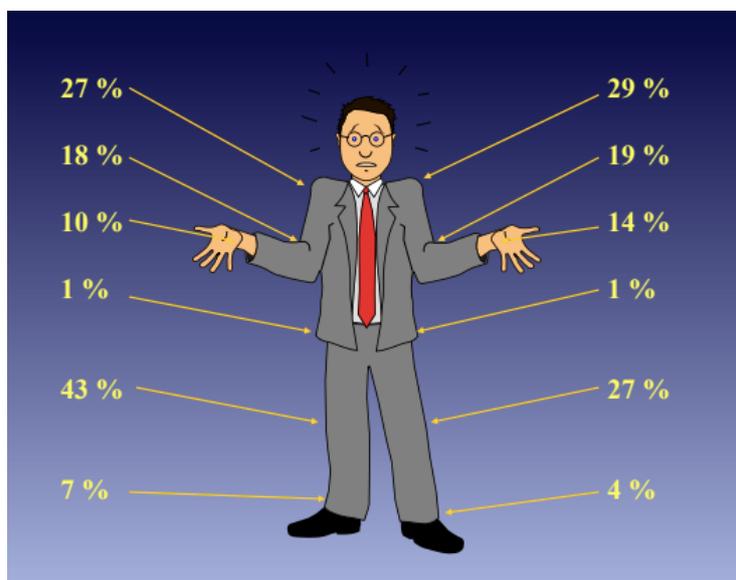
- pulmonaire : le poumon lui-même est victime de l'embolie gazeuse. C'est la pneumatose de décompression avec la triade [douleur rétro-sternale - toux - dyspnée ]
- neurologique : embole gazeuse ou bulles locales (forte affinité pour les tissus gras)
- cardio-vasculaire : occlusions vasculaires, lésions endothéliales,...

Plusieurs facteurs individuels sont à risque :

- le travail musculaire augmente le risque de maladie de décompression de façon considérable, les bulles circulant et les symptômes étant beaucoup plus fréquent
- l'âge et le sexe : augmentation brutale du risque autour de l'âge de 40 ans
- l'obésité et la masse grasse
- la femme est un peu plus sensible que l'homme
- la consommation d'alcool
- de la plongée sous-marine avant une exposition à l'altitude. Le médecin généraliste devra donc être attentif lors de la rédaction du CNCI à la pratique de parachutisme après une plongée ou tout simplement la montée en altitude après un tel sport aquatique (avion, montagne). [19]

Le traitement consiste en une recompression en chambre hyperbare.

#### *Localisations des douleurs articulaires sur maladie de décompression [19]*



### 3.1.3. Les accélérations et désorientations spatiales

#### Les accélérations :

Comme le disait Clément Ader : « ce n'est pas la résistance de la matière qui sera la limite des performances aéronautiques de l'oiseau artificiel mais bien la résistance physique de l'homme, qui en est le cerveau. »

L'organisme vivant n'est pas sensible à la vitesse en tant que tel. Pour s'en convaincre il suffit de rappeler la relativité de la notion de vitesse dans l'espace. Vivant à la surface de la terre, l'Homme est soumis à un déplacement permanent complexe, du fait de la rotation de la terre sur elle-même et de la rotation de la terre autour du soleil. La description du déplacement et de la vitesse est donc totalement dépendante du référentiel choisi.

Tant que la vitesse est constante elle n'exerce pas par elle-même des faits sur l'être vivant. Il n'en est pas de même de ses variations, c'est-à-dire les accélérations, dont les effets sur l'organisme sont très importants à considérer en médecine aéronautique, qui perturbent le fonctionnement des principaux systèmes végétatifs de l'organisme et sont à l'origine des désorientations spatiales. [19]

#### Force, Masse et inertie, relation de Newton

L'une des lois de la mécanique de Newton relie la force à l'accélération par l'intermédiaire de la masse. Le poids est une force, orientée vers le centre de la terre, et est le produit de la masse par l'accélération de la pesanteur. Une force appliquée à un mobile est responsable d'un mouvement, caractérisé par son accélération. La loi de Newton s'écrit :

$$F = m \cdot G$$

G est l'accélération de la pesanteur, sa valeur moyenne à Paris est égal à 9,81 m/s<sup>2</sup>.

L'unité légale, le mètre par seconde carré est peu intuitive. Nous lui préférons donc souvent le « G », qui permet une comparaison simple de l'accélération avec une sensation connue qui est celle de notre propre poids à la surface de la terre. Conventionnellement, l'accélération de la pesanteur est 1G ( 1 G = 9,81 m/s<sup>2</sup> ). Nous en déduisons l'expression usuelle de l'accélération en « G ».

Nous pouvons noter quelques ordres de grandeur pour certaines accélérations :

- décollage d'un avion de transport de passagers : 0,3G
- atterrissage normal : 0,5G
- atterrissage forcé ou amerrissage : 5 G

- Turbulences : jusqu'à 5 G
- appontages (porte-avions) : 5G
- Départ d'une fusée : 2 à 7 G
- Choc à l'ouverture d'un parachute : 6 à 9 G
- Éjection : 15 à 20 G
- Accident d'avion : 100G [93]

### La classification des accélérations

Les accélérations rencontrées en aéronautique et dans l'espace peuvent être classées selon leurs axes, selon le type (linéaire, rotatoire, composite), selon leur durée d'application ou selon leur vitesse d'apparition.

Classification selon l'axe d'application :

- le grand axe du corps vertébral ( aussi celui des gros vaisseaux sanguins) est désigné par la lettre Z. Concrètement l'accélération dans cet axe s'appelle Gz et est positive lorsque par exemple lors d'une montée rapide les éléments du corps humain sont attirés vers le plancher de l'avion ( sensation de lourdeur)
- l'axe latéral du corps est désigné par la lettre Y.
- l'axe antéro-postérieur du corps est désigné par la lettre X.

Classification selon le type : il existe les accélérations linéaires et les rotations. S'il existe une variation de la vitesse de rotation il s'agit alors d'une accélération angulaire. Celles-ci sont rencontrés dans le cadre des illusions sensorielle qui sont leurs conséquences physiopathologiques majeures.

Classification selon la durée d'application :

- les termes de choc et d'impact désignent les accélérations dont la durée d'application est respectivement inférieure à 0,01 et 0,2 secondes
- Les accélérations de courte durée désignent les accélérations dont la durée est inférieure à 1 seconde. 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.
- Les accélérations de longue durée : supérieures à 5 secondes (s'appliquent principalement sur les accélérations +Gz et vont concerner principalement l'appareil cardio-vasculaire)

- Les accélérations soutenues et de haut niveau désignent les + Gz dont la durée est supérieure à 15 secondes et la force supérieure à 7G [19]

Dans un avion il existe plusieurs types de mouvements et d'accélération qu'un pilote pourra ressentir :

- mouvement rectiligne uniforme lorsque l'accélération est nulle : c'est le cas en croisière ou à l'arrêt
- une accélération linéaire : ceci est rencontré lors du décollage ou de l'atterrissage de l'avion
- un mouvement circulaire uniforme lors d'un virage à vitesse constante

L'exposition à un fort facteur de charge provoque une redistribution des volumes sanguins vers les parties déclives du corps avec un retour veineux qui est diminué vers le cœur alors que le corps humain doit tout mettre en œuvre pour continuer à vasculariser le cerveau. Le mécanisme principal de régulation réflexe pour maintenir la pression artérielle systémique prend son origine dans des barorécepteurs sensibles à la pression situés à la bifurcation de chaque artère carotide primitive. Toute augmentation de la pression au niveau de l'une de ces zones provoque une diminution de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle. En sens inverse une diminution de cette pression entraîne le renforcement du tonus sympathique qui agit sur la pression artérielle, le rythme et l'énergie de la contraction cardiaque. L'action de ces réflexes s'exerce avec un délai de quelques secondes et persiste quelques secondes après la fin de l'excitation.

Lors d'une activité physique le débit peut être multiplié par un facteur 5 avec une adaptation physiologique du muscle cardiaque. C'est aussi cette possibilité d'adaptation qui est mise en œuvre lors d'accélération (notamment +Gz). Lors de gros facteurs de charge l'augmentation de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle peuvent être comparables à celles qui sont observées au cours d'une épreuve d'effort maximale. Les pilotes ou bien tout patient subissant un fort facteur de charge, vont ressentir une adaptation cardio-vasculaire similaire à un effort. C'est pourquoi le risque ischémique est à prendre en compte dans ces conditions.

Les effets physiologiques des accélérations +Gz de longue durée sont celles d'un tassement sur son siège. Ce sont les accélérations les plus rencontrées en aéronautique. Elle peut être responsable de troubles visuels, de troubles de la conscience ou d'une perte de conscience sous haut facteur de charge.

Il est à noter que à 3G il y a une sensation de grande lourdeur des membres et du corps, à 4G l'apparition d'un voile gris ( diminution de la circulation rétinienne centrale avec abolition de la circulation rétinienne périphérique), à 5G apparition du voile noir (abolition de l'ensemble de la

circulation et des fonctions de la rétine), et à 6G un risque de perte de conscience expliqué par un mécanisme d'hypoxie du cerveau d'origine circulatoire.

De plus, environ la moitié de sujets exposés entre 6 et 9 G pourront présenter des troubles du rythme et de la conduction cardiaque. La tolérance aux accélérations dépend de l'état du sujet, de son entraînement ainsi que de la vitesse de mise en accélération avec une forte variabilité individuelle.

A titre d'information il existe quelques moyens de protection contre ses accélérations qui sont constitués de méthodes actives (manœuvres de contraction musculaire, entraînement des personnels), et de méthodes passives (équipement anti G, inclinaison du siège, respiration en surpression avec l'aide d'un appareil ventilatoire). [19]

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. Cependant les pilotes s'exerçant à la voltige restent en général des pilotes privés, avec un suivi médical moins scrupuleux que les pilotes professionnels, et surtout un âge plus avancé, puisqu'il n'y a pas d'âge limite officielle pour s'exercer à la voltige.

Les effets physiologiques des accélérations -Gz sont moins bien tolérées que les accélérations positives dans cet axe. Cette fois le sang et les organes « remontent » vers la tête. Les pilotes doivent les éviter le plus souvent possible. Nous retenons l'ordre suivant d'apparition des symptômes : sensation de tête en bas, puis de présence de sable dans les yeux, de pression dans la tête, de congestion désagréable des tissus souples de la face, de scotomes négatifs dans le champ visuel, de respiration difficile, puis voile rougeâtre couvrant l'ensemble du champ visuel et qui peut persister plusieurs heures après l'arrêt de cette accélération, et dans des accélérations plus importantes des violentes céphalées, un état de confusion avec incoordination motrice et ce, plusieurs heures encore après l'arrêt de cette accélération.

Pour les accélérations de courte durée : les accidents, les éjections ou le parachutisme sont l'occasion de les observer en aéronautique. Leurs principales conséquences sur l'organisme sont des dommages physiques causés à l'intégrité du squelette. [19]

Toutes les autres accélérations dans les différents axes ont des effets plus anecdotiques sur le corps dans le cadre de la petite aviation ou des moyens de transport civils.

## Les désorientations spatiales et illusions sensorielles en vol

En 10 ans de 1991 à 2000 dans l'US Air Force, 40 % des accidents mortels, 20 % des personnes décédées et 25 % de l'argent perdu sont imputables aux désorientations spatiales.

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 (muscles, tendons et 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.

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.

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 la proprioception.

Les otolithes, eux, fournissent des renseignements sur la position du corps.

L'œil est un mécanisme d'orientation très fiable lorsqu'il existe des points de référence satisfaisants. C'est d'ailleurs le capteur d'orientation le plus puissant dans les conditions normales de la vie. En vol, cependant, l'interprétation des repères visuels est plus difficile. [15] [19]

Il existe de très nombreuses désorientation spatiale en vol que nous pourrions ranger dans de grandes catégories parmi lesquelles nous retrouvons :

- les illusions sensorielles d'origine visuelle (illusion autocinétique, erreur sur les distances, illusions par confusion de source lumineuse, etc.)
- les illusions sensorielles d'origine vestibulaire (par effet de Coriolis, illusion d'inclinaison par erreur lié aux effets de seuil, illusion somatogravique d'inclinaison en virage et tangage, illusions somatogyres,...)
- illusions sensorielles d'origine mixte (illusion oculogravique, illusion oculogyre)
- les troubles de l'orientation dans l'espace d'origine cognitive [19]

La désorientation en vol peut se traduire de plusieurs façons :

- 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) 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.

- c) 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 avec peu de visibilité), un pilote peut interpréter les forces d'accélération comme une assiette en cabré de son avion, et corriger cette sensation erronée en poussant la manette vers l'avant, et amener ainsi son avion au sol. [15]

Les épisodes de désorientation spatiale sont un risque grave au cours du vol, responsable d'une part importante des accidents aériens.

Un crash s'était produit en janvier 2004 à Sharm el- Sheikh en Egypte. L'avion avait heurté la mer rouge au décollage, de nuit, emportant avec lui les 148 passagers et membres d'équipage. Il était à destination de Paris Charles De Gaulle. Les rapports officiels de l'accidents ont mis en cause une très probable désorientation spatiale de la part du pilote aux commandes. [23]

Il paraît donc évident que tous médicaments pouvant créer une désorientation spatiale, un trouble visuel, ou quelconque vertige ne devrait pas être prescrit par un médecin généraliste sans qu'une information écrite ou avis avec un médecin examinateur n'aient été pris en compte. [19]

### **3.1.4. Hygrométrie**

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 naso-pharyngées et des yeux. [15]

Cette hygrométrie avoisine les 10 % dans les avions de ligne. [24]

Celle-ci explique notre légère déshydratation en vol (notamment long courrier). Cependant elle ne doit pas être surévaluée. D'après un calcul réalisé par le Professeur de physiologie aéronautique Henri Marotte nous perdons, à nu, dans un avion avec une hygrométrie de 10 %, environ 17 grammes d'eau par heure de plus que sur terre (dans un environnement classique à 23 degrés avec humidité relative à 50%). Cela fait donc 170 grammes d'eau en plus pour un vol de 10 heures. Soit 700 ml pour 10 heures de vol à compenser au maximum.

### 3.1.5. Les radiations

Le rayonnement cosmique est le terme collectif utilisé pour le rayonnement venant du soleil (d'intensité accrue en période d'activité d'éruptions solaires) et des galaxies de l'univers (d'intensité constante).

Toute la matière est constamment bombardée de rayonnement des deux types, provenant de sources cosmiques et terrestres. Ces rayonnements sont ionisants. La terre elle-même produit du rayonnement ionisant (d'intensité variable en fonction de l'emplacement géographique).

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 aux rayons X, cargaisons radioactives, retombées d'essais atmosphériques d'armes nucléaires, et éventuellement centrales nucléaires. [15]

L'effet sur le tissu vivant est de causer une ionisation. La quantité d'énergie de rayonnement absorbée est mesurée en gray (Gy), mais comme l'effet biologique ne 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).

Le rayonnement normal total (rayonnement de fond) par personne est estimé à 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. [15]

En France d'après le Décret n° 2018-437 du 4 juin 2018 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants, l'exposition d'un travailleur aux rayonnements ionisants ne doit pas dépasser 20 millisieverts sur douze mois consécutifs pour l'organisme entier. [25]

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.

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 ( 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.

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 du parallèle 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.

Pour les travailleurs exposés au rayonnement (et 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. [15]

Une autre étude chez les pilotes de chasse français a été réalisée. Elle montre que l'irradiation professionnelle dépasse très rarement les limites indiquées dans les réglementations. Elle apparaît globalement lorsque les 500 heures de vol par an sont dépassées. Ce qui protège de principes les pilotes privés qui en font en général 10 fois moins. Elle s'ajoute à l'irradiation naturelle et à une éventuelle irradiation médicale, mais les doses reçues ne semblent pas susceptibles d'entraîner une augmentation du risque de survenue d'une pathologie radio-induite. [26]

Les risques induits par le rayonnement qui sont associés au vol sont donc très faibles en comparaison d'autres risques rencontrés dans la vie quotidienne. Malgré le très faible risque, ceux-ci ne sont pas nécessairement acceptables s'ils peuvent être facilement évités.

L'ionisation provoque des cancers en fonction de la dose absorbée : 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.

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.

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. 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. [15]

En regardant de plus près certains cancers, une méta-analyse montrait que les pilotes avaient statistiquement un risque relatif 1.20 fois plus élevé de développer un cancer de la prostate avec un intervalle de confiance de 95% [1.08-1.33], mais pas de risque significatif de mortalité sur un cancer de la prostate (RR 1.20; 95% CI, 0.91-1.60). [27] Une autre méta-analyse était beaucoup plus significative puisqu'elle évaluait ce risque relatif au moins égal à 2 avec intervalle de confiance de 95%. [28]

En ce qui concerne les mélanomes une cohorte australienne menée sur les pilotes professionnels concluait à une très légère augmentation des mélanome in situ : RR de 1.39 (95% CI 1.08 to 1.78) mais s'est révélé non significatif pour les mélanomes invasifs 1.20 (95% CI 0.89 to 1.55). [29]

Pour confirmer ces chiffres une grande méta-analyse a été réalisée et concluait à un risque relatif de 2 comparé à la population générale de développer un mélanome chez les pilotes et hôtesses. [30]

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 rayonnement : c'est le cas pour les vols à plus de 49000 pieds (donc aucun avion commercial de nos jours). 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. [15]

Le risque ionisant des pilotes privés ou professionnels reste donc faible et un médecin généraliste devrait pouvoir rassurer le patient. Les pilotes ne seront plus suivis par leur médecin aéronautique à la fin de leur activité. le relais passera alors du côté du médecin traitant. Ainsi l'apparition même tardive d'un cancer (leucémie, lymphome, thyroïde,...) pourrait pour certains être expliqué par l'activité aéronautique. Cependant l'intérêt pratique de cette connaissance est probablement nul puisqu'il ne modifiera probablement pas la prise en charge du patient...

## **3.2. Les contraintes non spécifiques**

### **3.2.1. Le décalage horaire ou jetlag**

Le sommeil normal est organisé en différents stades et on oppose :

- le sommeil lent divisé en sommeil lent léger (50% du temps de sommeil total) et lent profond (25%) : ralentissement et synchronisation de l'activité EEG
- le sommeil paradoxal (25%)

La succession de sommeil lent léger, lent profond et sommeil paradoxal définit un cycle de sommeil dont la durée est de 90 minutes.

Trois à cinq cycles de sommeil se succèdent au cours d'une nuit avec un temps de sommeil de 6 heures (court dormeur) à 10 heures (long dormeur) pour 7 h 30 en moyenne.

Les cycles de début de nuit sont plus riches en sommeil lent profond alors qu'en fin de nuit ils sont plus riches en sommeil paradoxal. [31]

### L'horloge biologique

Les rythmes biologiques, caractéristiques du vivant, évoluent suivant plusieurs périodicités : ultradienne (moins de 20 heures : activité cardiaque, respiration, activité cérébrale. . .), circadienne (20 à 28 heures : veille-sommeil, vigilance, température, sécrétions hormonales. . .), infradienne (plus de 28 heures : cycles menstruels, sécrétions hormonales.).

Ils permettent une adaptation dynamique et sélective aux contraintes du monde extérieur. Les rythmes biologiques ont des caractéristiques propres (période, acrophase ou pic, amplitude, mesor qui est synonyme de moyenne). Les principaux rythmes circadiens ont ainsi des propriétés différentes : par exemple l'acrophase de la température centrale est de 17 à 21 heures (minimum à cinq heures superposable à l'acrophase du sommeil paradoxal), du cortisol de sept à huit heures, des

catécholamines de 11 à 15 heures, de la vigilance entre neuf à 12 heures et 20 à 22 heures, des performances cognitives entre 17 et 18 heures. . .

La régulation de ces rythmes est sous l'influence de synchroniseurs externes (Zeitgeber) dont les informations sont transmises aux noyaux suprachiasmatiques de l'hypothalamus où se trouve le principal centre de régulation des rythmes circadiens (horloge biologique). Évidemment le principal synchroniseur est la lumière (alternance jour/nuit). Mais d'autres synchroniseurs jouent un rôle plus marginal mais démontré (vie sociale, exercice, nutrition).

Le rythme propre de l'horloge biologique évolue selon une périodicité qui n'est pas strictement de 24 heures mais supérieure (24,8 heures) avec une tendance naturelle de l'horloge biologique à retarder.

La place de la mélatonine est particulière dans ce schéma, car en plus de ses propriétés hypnotiques, il est possible de considérer qu'elle joue à la fois un rôle de synchroniseur interne mais aussi d'oscillateur car soumise à l'influence de la lumière mais aussi à celle de l'horloge biologique. Dérivée de la sérotonine, elle est sécrétée par la glande pinéale (épiphyse) lors de l'obscurité : la sécrétion commence vers 21–22 heures, atteint son acrophase à trois heures et cesse vers sept à neuf heures. Au cours d'une vie, la sécrétion quasi nulle avant l'âge de trois mois croît jusqu'à un pic à l'âge de trois ans puis décroît à la puberté pour se stabiliser et décroître ensuite.

Le franchissement rapide et par voie aérienne d'au moins trois fuseaux horaires (1 fuseau horaire est égal à 15 degrés de méridiens, et 360 degrés de méridiens, soit le tour de la Terre, équivalent à 24h) est à l'origine de manifestations cliniques quasi constantes avec une nette prédominance des troubles du sommeil, communément regroupées sous le terme de « syndrome du décalage horaire » ou jet lag. La présentation clinique n'est pas spécifique mais est différente de la « fatigue induite par le voyage » qui apparaît quelles que soient les conditions des déplacements (nord–sud par exemple sans vol transméri dien). En revanche, la physiopathologie du jet lag, en rapport avec une désynchronisation de l'horloge biologique, a conduit de par sa fréquence et ses caractères particuliers à classer cette entité au sein des troubles du sommeil parmi les perturbations du rythme circadien.

Les conséquences du décalage horaire dans la pratique clinique restent dans la plupart des cas certes parfois invalidantes mais de faible gravité et sont dans certains cas accessibles à des moyens prophylactiques et pharmacologiques.

Un voyage vers l'ouest signifie un allongement de la « journée » et retard de phase, et un voyage vers l'est à un raccourcissement donc une avance de phase.

On observe une désynchronisation car l'horloge biologique n'est plus en phase avec les Zeitgebers, en particulier la lumière. De plus, les capacités spontanées de resynchronisation de l'horloge

biologique sont variables avec des rythmes/oscillateurs faibles facilement entrainables (rythme veille-sommeil, prolactine...) et des rythmes/oscillateurs forts difficilement ré-entrainables (sommeil paradoxal, température centrale, cortisol, mélatonine). Spontanément, la resynchronisation est de 1,5 heures par jour en cas de voyage vers l'ouest et de 1 heure vers l'est. Cette différence s'explique par la tendance naturelle de l'horloge biologique à retarder (période de 24,8 heures) : les voyages vers l'est sont donc plus difficilement supportés. [32]

### Manifestations cliniques du syndrome du décalage horaire

Les troubles du sommeil sont observés dans environ 80 % des cas : difficultés à l'endormissement, insomnie nocturne, réveils précoces et somnolence diurne. Dans le cas d'un voyage vers l'ouest le coucher est plus tardif dans la partie basse de la courbe de température, l'endormissement est facile, le sommeil lent profond est diminué tandis que le sommeil paradoxal est augmenté et se réajuste lentement. Dans le cas d'un voyage vers l'est, le coucher est plus précoce, l'endormissement difficile, le sommeil lent profond augmenté avec diminution du sommeil paradoxal.

Les autres symptômes associés sont principalement digestifs (troubles fonctionnels divers) mais aussi neuropsychologiques (céphalées, irritabilité, sensation d'inconfort et surtout baisse des performances cognitives) et s'associent à la fatigue induite par le voyage et les éventuelles conditions climatiques. Les troubles cognitifs (baisse de l'attention, de la vigilance, augmentation des microsommeils. . .) justifient évidemment la place accordée à la prise en charge du jet lag dans la gestion opérationnelle militaire et civile en particulier chez les pilotes.

L'âge élevé (moindre adaptabilité), un chronotype rigide ou décalé (travail de nuit), des voyages répétés et de directions multiples sont des facteurs de mauvaise adaptation. En revanche, un sujet jeune, avec des activités programmées, motivé et avec un rythme de sommeil stable mais court dormeur s'adaptera plus facilement. [32]

La prise en charge du jet lag et de lutte contre le sommeil sont repris plus loin dans cette thèse, dans la partie correspondante aux troubles du sommeil.

### **3.2.2. Le cockpit : ambiance confinée, lumineuse, sonore et les vibrations**

Les postes de pilotage des avions sont conçus de manière à ce 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. 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. [15]

### *Cockpit d'un petit avion piper PA-44*



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 réfléchiée par les nuages 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.

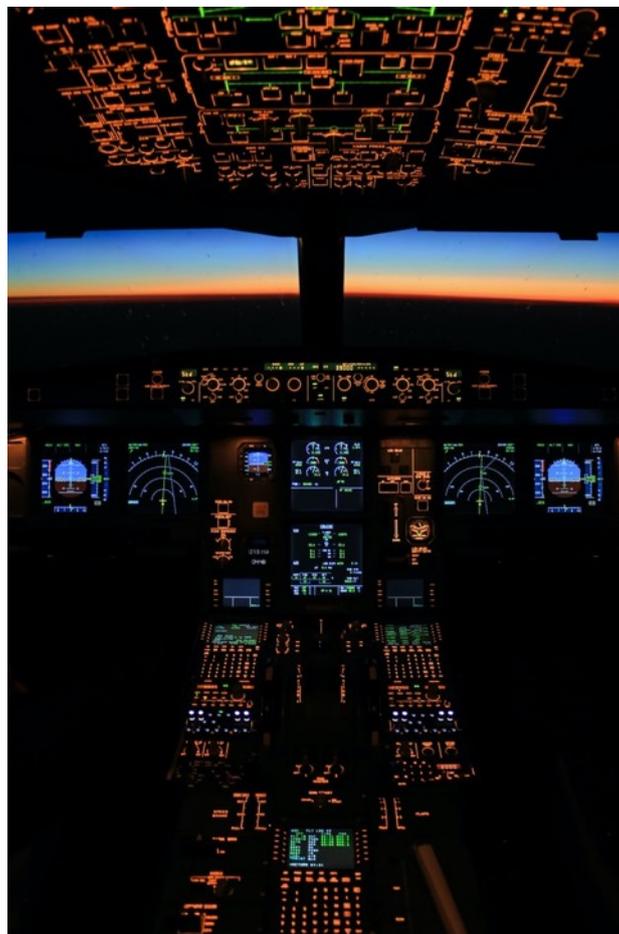
Dans la plupart des aéronefs de transport commercial, la pression de la cabine est contrôlée mais le léger degré d'hypoxie ressenti même dans un aéronef pressurisé peut entraver l'adaptation à

l'obscurité, réduire le champ visuel et l'acuité visuelle et provoquer une légère hausse de la tension intraoculaire. [15]

*Cockpit d'un avion de ligne de jour ...*



*... et de nuit*



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.

Un faible niveau d'éclairage cause aussi 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.

En ce qui concerne l'audition, dans le cas du personnel aéronautique, il convient de prendre en considération deux facteurs : le risque d'un dommage auditif temporaire ou permanent, et l'interférence avec les communications verbales.

Dans un cockpit d'avion de ligne les niveaux de bruit sont compris entre 65 et 80 dB.

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.

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. [15]

Ces problèmes auditifs sont principalement retrouvés chez les pilotes privés et autres pilotes d'ULM et ce, malgré l'avènement des casques avec réductions actifs des bruits. Ces activités de loisir n'ont par nature pas de médecine du travail, les avions sont pour beaucoup anciens avec un isolement acoustique quasi inexistant, des moteurs thermiques très bruyants.

### **3.2.3. Vibrations mécaniques**

Ces vibrations sont l'une des conséquences du fonctionnement des machines. Une vibration est caractérisée par sa fréquence exprimée en cycles par seconde (f) ou Hertz (Hz).

Il y a quatre sortes de vibrations :

- les vibrations de très basse fréquence inférieur à 2 Hz, qui agit sur le vestibule et génère le mal des transports ou cinétose.
- les vibrations de basse fréquence entre 2 et 20 Hz, qui agissent sur l'ensemble du corps humain et sont engendrés par les vibrations des véhicules terrestres et aériennes.
- les vibrations de haute fréquence entre 20 et 1000 Hz qui font apparaître des troubles au niveau du membre supérieur (action des outils vibrants)
- les vibrations de fréquence supérieure à 1 kHz qui sont filtrés par l'organisme

Les vibrations peuvent donner des pathologies professionnelles. Celles liées aux vibrations de basse fréquence concernent principalement les pathologies rachidiennes ( troubles les plus fréquents ). Les pilotes d'hélicoptères sont encore plus concernés. Les douleurs sont localisées préférentiellement au niveau dorso-lombaires (T12-L1) et lombo-sacré (L5-SI), plus rarement au niveau du rachis cervical.

Les personnels qui en ont besoin doivent bénéficier d'une surveillance spécifique, une hygiène de vie spécialement adaptée avec notamment des exercices physiques et kinésithérapie préventive spécifique. [93]

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. [15]

## II - Les certificats médicaux du pilote

### 1. Organigramme des instances

#### 1.1. OACI

L'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) est une institution spécialisée des Nations Unies établie par les États en 1944 pour gérer et administrer la Convention relative à l'aviation civile internationale (Convention de Chicago).

L'OACI œuvre de concert avec les 193 États signataires de la Convention et des groupes du secteur à l'établissement d'un consensus sur des normes et pratiques recommandées (SARP) et des politiques en matière d'aviation civile internationale. Elles servent de base à un secteur de l'aviation civile sûr et efficace, pour que le développement soit économiquement durable et écologiquement responsable. Cette norme permet au réseau mondial de transport aérien d'exploiter plus de 100 000 vols par jour, en toute sécurité et avec efficacité dans toutes les régions du monde. [33] [34]

Ces SARP et les PANS (procédures pour la navigation aérienne) donnent donc les bases pour une harmonisation qui est nécessaire à la sécurité aérienne. Aujourd'hui, l'OACI a développé plus de 12000 SARPs à travers 19 Annexes et 5 PANS à sa convention.

A titre d'information les normes et les pratiques recommandées relatives aux conditions d'aptitude physique et mentale figurent dans l'Annexe 1 « Licences du personnel » (principalement dans le Chapitre 6). [33]

L'OACI a notamment publié un livre de Manuel de médecine aéronautique civile (Doc 8984) qui a pour objet principal d'aider et de guider les médecins-examineurs désignés et les services de délivrance des licences à décider de l'aptitude physique et mentale des candidats à une licence de pilote, conformément aux spécifications de l'Annexe 1. Il est aussi prévu qu'il soit utilisé dans le cadre de la formation théorique et pratique post-universitaire en médecine aéronautique. [33]

## 1.2. EASA

L'Agence européenne de la sécurité aérienne (EASA en anglais pour European Union Aviation Safety Agency) est une agence de l'Union européenne impliquée dans la sécurité aérienne depuis sa création en 2003. Elle siège à Cologne en Allemagne.

L'EASA a pour mission :

- d'assurer les plus hauts standards en terme de sécurité et de protection environnementale pour les citoyens Européens
- favoriser l'uniformité des processus réglementaires et de certification dans tous les états membres
- aider les États membres à remplir, sur une base commune, les obligations que leur impose l'OACI
- faciliter la libre circulation des biens, des personnes et des services

L'EASA comporte 32 états membres en 2019 : les 28 pays de l'Union Européenne avec la Suisse, l'Islande, la Norvège et le Liechtenstein. [35]

L'EASA représente en terme de lois et conformités aéronautiques un seul et même « pays ». Ainsi les règles sont à quelques exceptions près les mêmes pour tous les adhérents, que ce soit pour les normes médicales ou bien aéronautiques pures.

## 1.3. DGAC

La Direction générale de l'Aviation civile (DGAC), qui siège à Paris, est l'administration rattachée au ministère de la transition écologique ayant pour mission de garantir la sécurité et la sûreté du transport aérien en France. Elle traite de l'ensemble des composantes de l'aviation civile : développement durable, sécurité, sûreté contrôle aérien, régulation économique, soutien à la construction aéronautique, aviation générale, formation aéronautique... [36]

Les missions de la DGAC :

- Sécurité et Sûreté : elle assure la surveillance des industriels, des opérateurs et des personnels navigants
- Navigation aérienne : la DGAC est prestataire de services pour les compagnies aériennes et l'aviation générale. Elle rend les services de la circulation aérienne, au moyen de ses centres de contrôle en route et de ses tours de contrôle

- Régulateur du transport aérien : la DGAC est fortement impliquée dans les questions économiques et sociales. Elle assure les fonctions de régulateur du transport aérien. Elle est l'interlocuteur des compagnies aériennes, des aéroports et de leurs clients. Partenaire des industriels et des exploitants, la DGAC contribue à l'activité de l'industrie aéronautique. Elle mène une politique de soutien à ce secteur majeur de l'économie française au moyen de subventions de recherche et d'avances remboursables.
- Europe et International : l'aviation civile évolue dans un environnement fortement international et européen. La DGAC contribue à l'élaboration et à la défense des positions françaises dans les instances concernées. Elle s'attache à promouvoir le savoir-faire des entreprises françaises à l'étranger et mène des actions de coopération à la demande des pays souhaitant bénéficier de l'expérience française. [36]

Afin de réaliser ces différentes missions la DGAC a pu constituer différents pôles. Parmi ceux-ci on peut notamment citer la DSAC (Directions de la Sécurité de l'Aviation civile), la DTA (direction du transport aérien), la GTA (gendarmerie du transport aérien), l'OCV (organisme du contrôle en vol),... La plus intéressante en terme de médecine aéronautique est la DSAC.

Les Directions de la Sécurité de l'Aviation civile Interrégionales (DSAC IR) sont les échelons interrégionaux de la DSAC. Ce sont des services à compétence nationale rattachés à la DGAC. Elles sont chargées de veiller aux respects des normes internationales applicables au domaine de l'aviation civile, des réglementations communautaires et des dispositions législatives et réglementaires nationales, en matière de sécurité, de sûreté et d'environnement. [36]

Il existe 9 DSAC : 7 en métropoles, 1 pour le groupement Antilles- Guyane et 1 pour océan Indien. [37]

Les autorités aéromédicales de la DSAC comprennent le Pôle médical du personnel navigant (DSAC/PN/MED) ainsi que le Conseil Médical de l'Aéronautique Civile (CMAC).

Le Pôle Médical du Personnel Navigant constitue l'autorité de délivrance des licences. Parmi ses missions le Pôle Médical du Personnel Navigant :

- agréé les médecins et les centres de médecine aéronautique après inspection
- assure les audits et les Inspections des médecins aéromédicaux agréés (AME) et des centres aéromédicaux (AeMC)
- participe à la formation initiale et continue des médecins agréés
- prend les décisions d'aptitude et émet des certificats médicaux des PN en procédure de « renvoi » au sens de la réglementation européenne
- assure une hot line médicale permanente auprès des médecins et des navigants

- assure le contrôle qualité des visites médicales d'aptitude
- assure la préparation médicale des séances du CMAC après instruction des dossiers et en assure le secrétariat général
- vérifie les visites médicales étrangères et assure la transmission des dossiers médicaux vers l'étranger
- réalise pour le compte de l'EASA des audits des centres d'examen à l'étranger (dans le cadre du contrat passé entre la DGAC et l'EASA) et des audits de standardisation EASA
- participe aux réunions d'harmonisation internationales de réglementation et de standardisation
- assure toute activité qui serait nécessaire en fonction de l'évolution du service. [38]

En 1947, le CMAC est créé. Il va gérer les demandes de dérogations des pilotes dont la demande d'aptitude médicale a été refusée. Pour juger en premier et dernier ressort des décisions du CMAC, c'est le Conseil d'État qui est compétent. [39]

Le CMAC gère lors d'une séance par mois, avec délibérations à huis clos :

- les inaptitudes définitives (PNT et PNC),
- l'imputabilité au service aérien (PNT et PNC),
- les recours sur les décisions du pôle médical (Classe 1, classe 2, LAPL),
- les recours sur les décisions des AME et AeMC pour les PNC.

Les décisions et avis sont prononcés à la majorité des voix. En cas de partage des voix, celle du président de séance est prépondérante.

Il peut être saisi par le directeur de la direction de sécurité aérienne (en cas de risque pour la sécurité) pour statuer sur une décision d'aptitude aéromédicale d'un navigant.

Il est composé de :

- 9 membres compétents en médecine aéronautique et spécialistes dans les principales disciplines de la médecine.
- 1 membre désigné sur proposition du ministre de la défense
- 1 membre désigné sur proposition des fédérations aéronautiques et sportives.
- 2 membres désignés sur proposition des exploitants du transport aérien
- 2 membres désignés sur proposition des organisations représentatives au niveau national du personnel navigant professionnel de l'aviation civile. [38]

Le CMAC a d'autres missions :

- il étudie et coordonne les questions médicales ayant un impact sur la sécurité, en ce qui concerne le personnel navigant ainsi que les questions d'ordre médico-social et d'hygiène intéressant l'aéronautique civile, les passagers et, d'une façon générale, le contrôle sanitaire
- il analyse les données épidémiologiques concernant l'aptitude médicale des navigants,

- il est consulté sur les conditions dans lesquelles la médecine aéronautique et spatiale est enseignée
- il assure la liaison avec les organismes homologues étrangers pour les questions médicales ayant un impact sur la sécurité et les conditions dans lesquelles la médecine aéronautique et spatiale est enseignée. [38]

Un document de la DGAC mentionnant les médecins-examineurs agréés par la DGAC pour délivrer des certificats d'aptitude de Classe 2 et classe 1 en France ainsi que tous les Centres d'expertise médicale aéronautique (AeMC) est présent sur le site <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/aptitude-aeromedicale-des-personnels-navigants>.

## **2. Les certificats médicaux**

### **2.1. Les généralités**

Il existe trois classes d'attestation médicale :

- classe 1 – pour les pilotes de l'aviation commerciale
- classe 2 – pilotes privés (y compris les pilotes de planeurs et de montgolfières)
- classe 3 – contrôleurs de la circulation aérienne (ATC) (valable 2 ans)

La certification médicale est l'établissement d'un document témoignant que le titulaire d'une licence satisfait aux conditions déterminées d'aptitude physique et mentale. Aucune des licences d'aviation ne peut être utilisée pour exercer des fonctions sans qu'il soit prouvé que le titulaire de la licence satisfait à ces conditions.

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.

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. [15]

L'OACI fixe les conditions d'aptitude physique et mentale applicables aux licences d'aviation, mais chaque État peut les interpréter à sa façon (pour l'Europe l'EASA fait office d'Etat). Par exemple, les candidats à une licence de pilote professionnel, ou les titulaires d'une telle licence, peuvent

s'attendre à subir un examen médical au moins tous les douze mois, mais ceux qui présentent un problème médical peuvent ne pas être évalués de la même manière d'un État à l'autre.

Pour devenir pilote professionnel ou contrôleur de la circulation aérienne, un candidat doit être en bonne santé (audition, vision et perception de la couleur normales). Cela dit, quelques États tolèrent certains troubles médicaux, selon les circonstances. Pour les médecins- examinateurs ayant un doute sur la gravité d'un trouble médical, il est conseillé de s'adresser aux pôles médicaux du service national de délivrance des licences. [40] En France cela représente le pôle médical de la DSAC.

### Les structures en médecine aéronautique

Les centres aéromédicaux (AeMC) sont habilités à expertiser :

- les navigants classe 1, y compris à l'admission
- les navigants classe 2
- les personnels navigants commerciaux (PNC),
- les navigants pour les licences de pilote d'avion léger LAPL

Les médecins examinateurs (aéronautiques) de classe 1 sont autorisés à expertiser :

- les navigants professionnels, en dehors des cas d'admission
- les navigants privés (classe 2),
- les personnels navigants commerciaux (PNC)
- les navigants pour les licences de pilote d'avion léger LAPL.

Les médecins examinateurs de classe 2 (AME) sont autorisés à expertiser :

- les navigants privés (classe 2)
- les personnels navigants commerciaux (PNC)
- les navigants pour les licences de pilote d'avion léger LAPL. [41]

Pour la délivrance initiale les certificats médicaux pour LAPL sont délivrés par un AeMC ou un AME. Ils peuvent également être délivrés par un quelconque médecin généraliste, si le droit national de l'État membre de l'autorité de délivrance des licences auprès de laquelle la demande de certificat médical a été faite le permet. Pour l'instant en France cette pratique n'est pas autorisée.

[41]

La médecine aéronautique est une spécialité médicale qui combine des aspects de médecine préventive, de médecine du travail, de médecine de l'environnement et de médecine clinique avec la physiologie et la psychologie de l'Homme en vol.

Cette spécialité s'intéresse à la santé et à la sécurité des personnes qui prennent l'avion, équipage comme passagers, ainsi qu'à la sélection et au rendement des détenteurs de licences d'aviation. La Section médecine aéronautique collabore étroitement avec des organes de l'ONU tels que l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et d'autres organisations internationales non gouvernementales comme l'Association de médecine aéronautique et spatiale (AMAS) et l'Académie internationale de médecine aéronautique et spatiale (AIMAS). Elle travaille aussi en coopération et en consultation avec les médecins en chef des administrations de l'aviation civile du monde et les directeurs des services médicaux des compagnies aériennes. [40]

En 2021 en France tout Docteur en médecine a la possibilité de réaliser la Capacité de médecine aéronautique et aérospatiale et devenir médecin aéronautique.

Afin de respecter les prescriptions de l'OACI et de l'EASA, la Capacité de Médecine Aérospatiale est exigée par le Ministère des Transports (DGAC) pour accorder l'agrément aux médecins qui pratiquent les examens médicaux du personnel navigant professionnel dans des Centres d'Expertise médicale, ou aux praticiens indépendants qui pratiquent les examens médicaux du personnel navigant non professionnel (pilots privés).

Elle a pour objectif d'apporter une formation en physiologie et médecine aéronautique et spatiale, notamment pour ce qui concerne les réactions de l'organisme aux contraintes de ce milieu (diminution de la pression barométrique en altitude, accélérations, vibrations, microgravité, désorientation spatiale, contrainte thermique, etc.), ainsi qu'aux moyens de protection (systèmes d'inhalation d'oxygène, équipements stratosphériques et spatiaux, cabines pressurisées et étanches, dénitrogénéation, vêtement anti-G, vêtements d'immersion, etc.). Au plan pratique, les conséquences de ces contraintes sur les pathologies préexistantes ainsi que les conditions d'aptitude médicale pour le pilotage des aéronefs, définies par les instances européennes, sont étudiées dans toutes les spécialités (cardio-vasculaire, respiratoire, endocrinologique, rénales, digestif, neurologique, psychologique, gynécologique, urologique, dermatologique, orthopédique, ORL, ophtalmologique). Nous y apprenons également la connaissance générale du milieu de l'aéronautique et de l'espace. [42]

Un médecin- examinateur aéronautique (Aero-medical examiners ou AME) doit recevoir une formation de base avec au moins 60 heures de cours théorique et pratique. Les connaissances doivent notamment porter sur les connaissances générales en médecine aéronautique et spatiale, sur la physiologie aéronautique, une révision de tous les systèmes organiques du corps

( cardiovasculaire, pulmonaire, musculo-squeletique, urologique, ophtalmologique, ORL...), de la psychiatrie, la médication, la réglementation et bien évidemment sur l'environnement aéronautique en général : cockpit, cabine, atmosphère, Espace... [43]

Un médecin-examineur 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. [15]

L'EASA recommande qu'un AME doit suivre une formation de recyclage en médecine aéronautique au moins tous les 3 ans, et effectuer au moins 10 examens aéromédicaux chaque année. [43]

A noter qu'un médecin généraliste ou tout autre Docteur en médecine civil passant la Capacité aéronautique sera désigné médecin-examineur et non médecin généraliste dans cette thèse. Les réunions scientifiques et la revue de la Société française de médecine aéronautique et spatiale (SOFRAMAS) sont une tribune régulière pour l'expertise militaire. [44]

Elle publie la revue de Médecine Aéronautique et Spatiale trimestriellement. Tout médecin peut accéder à l'association de la SOFRAMAS.

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.

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. [15]

Selon l'Annexe 1 de l'OACI, un évaluateur médical est « un 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 ». [45] 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. [15]

### Le candidat

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. Lors de la certification d'un candidat, toute fausse déclaration faite à un médecin-examineur sera signalée

aux services de délivrance des licences. 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.

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.

La diminution d'aptitude physique ou mentale du pilote pourrait par exemple être 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 et 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.

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.[15]

Pour ce qui est d'une potentielle diminution de l'aptitude médicale : si, entre deux examens médicaux, un pilote constate une diminution d'aptitude médicale susceptible d'interférer avec la sécurité des vols, il ne doit plus exercer les privilèges de sa licence et doit demander l'avis d'un AeMC ou d'un AME, qui décidera s'il est apte à reprendre les vols. [45]

Le médecin généraliste peut aider dans ce rôle de relais. Si par exemple, un compte rendu chirurgical, ou d'hospitalisation lui était adressé, alors il devrait en discuter, si possible, avec le patient concerné afin qu'il puisse obtenir un avis de médecin aéronautique avant la reprise de ses activités.

Pour aller plus loin, en ce qui concerne la réglementation pour les certificats médicaux en France elle est régie par :

- L'Annexe IV (Part-MED pour medical) du règlement (UE) n°1178/2011 de la Commission du 3 novembre 2011 est appliquée en France depuis le 8 avril 2013 et concerne l'aptitude médicale des personnels navigants.
- La part ORA (organisation requirements for aircrews ) concerne les aspects organisationnels relatif aux AME et aux AeMC (certification et maintien de validité, gestion, personnel, exigences en termes d'installations, archivage)

- La part ARA (authority requirements for aircrews) concerne : la réglementation des certificats et des formulaires médicaux et la mise en application de la certification et la surveillance des AME et des AeMC. [38] [45]

## **2.2. Certificat médical de classe 1**

### **2.2.1. Définition**

L'attestation médicale de classe 1 couvre les candidats à une « licence professionnelle » avion ou hélicoptère telle qu'une licence de pilote professionnel, licence de pilote de ligne, licence de pilote en équipage multiple. [15]

Environ 17 000 certificats médicaux de classe 1 sont émis, prorogés ou renouvelés chaque année en France, et environ 380 candidats de classe 1 sont déclarés inaptes chaque année. [45]

A noter que le certificat médical de classe 1 inclus les privilèges et les validités pour les certificats médicaux de classe 2 et du LAPL. [43]

### **2.2.2. Lieu de réalisation**

Les pilotes n'ont pas besoin de passer par quelconque médecin pour prendre rendez vous dans une des structures.

La délivrance initiale des certificats médicaux de classe 1 doit être effectuée uniquement par un AeMC comme le CEMPN en France, alors qu'ils peuvent être prorogés ou renouvelés par un AeMC ou un médecin examinateur (AME). [45]

Fin 1945, il existait trois Centres d'expertise médicale du personnel navigant (CEMPN) en métropole, à Paris, à Bordeaux, à Marseille et quatre CEMPN hors métropole à Alger, Rabat, Tunis et Dakar. Il n'existait pas de centre civil. Les pilotes civils étaient examinés dans les CEMPN militaires. L'ensemble était complété pour la recherche par l'Institut de médecine aérospatiale (IMASSA) à Brétigny avec son caisson hypobare et sa centrifugeuse humaine, implanté sur le site

du Centre d'essai en vol (CEV) avec le Laboratoire de médecine aérospatiale (LAMAS) à proximité. Plus récemment, ces deux organismes ont fusionné dans le nouveau complexe qui réunit toute la recherche médicale militaire, l'Institut de recherche biomédicale des armées (IRBA). [7]

En 2021 il persiste deux CEMPN militaires (Clamart, Toulon) et deux CEMPN civils (Toulouse et Roissy). [46]

Pour les certificats médicaux de classe 1 ce sont les médecins militaires principalement qui sont autorisés à les délivrer. Cependant un médecin aéronautique ayant l'autorisation de délivrer des certificats médicaux de classe 2, après quelques années, peut prétendre à établir des classes 1, uniquement si celui-ci est spécialisé en médecine générale.

### **2.2.3. Procédure de réalisation**

Ce processus peut être divisé en quatre étapes :

- 1) A son arrivée le candidat remplit un formulaire établi par la DSAC, conformément à la réglementation de l'EASA Part-MED, pour demander un certificat médical de classe 1 et doit fournir des informations sur ses antécédents médicaux, y compris sur tout trouble psychologique et psychiatrique.
- 2) Il est prévu que l'AME passe en revue les réponses du candidat et discute avec ce dernier des problèmes médicaux actuels ou passés. Le formulaire de demande peut ensuite être modifié pour tenir compte des résultats de cet entretien.
- 3) Le médecin examinateur effectue les examens cliniques, notamment une évaluation psychologique et psychiatrique. Ces examens durent d'une demi-journée à une journée complète selon les cas.
- 4) Il informe le candidat de son aptitude, de son inaptitude ou de son orientation vers un professionnel compétent s'il l'estime nécessaire. En cas d'inaptitude, l'AME informe le candidat de son droit à un réexamen. En cas d'aptitude, l'AME délivre le certificat médical et soumet sans délai à l'autorité de délivrance des licences un rapport signé devant inclure le résultat de l'évaluation et une copie du certificat médical. Ce certificat médical devra être signé par le candidat afin de s'assurer que le paragraphe MED A020 a bien été pris en compte (celui-ci sera expliqué par la suite).

5) En cas de renvoi vers un professionnel compétent dans les cas limites où le candidat ne satisfait pas pleinement aux exigences médicales de la classe 1 mais n'est pas considéré comme susceptible de compromettre la sécurité du vol, ou en cas de doute sur une inaptitude l'AeMC ou l'AME renvoie la décision en matière d'aptitude à l'autorité de délivrance. [38] [45]

## **Annexe 2 - Formulaire pour demande de certificat médical [47]**

Quelques précisions semblent nécessaires. En cas d'aptitude, le certificat médical peut comporter une ou plusieurs limitations si nécessaires. A cet effet, les AME peuvent être amenés à demander des documents, des examens et des contrôles médicaux supplémentaires.

En cas d'inaptitude du candidat, et à la demande de celui-ci, son dossier sera réexaminé par l'autorité médicale (Pôle Médical du Personnel Navigant de la DSAC) pour un premier recours. En cas de désaccord avec la décision prise par le pôle médical, le candidat peut exercer son droit de second recours devant le Conseil Médical de l'Aéronautique Civile (CMAC). [38] [48]

N'importe quel médecin examinateur doit pouvoir se référer aux connaissances d'un réseau de spécialistes hospitaliers (CPEMPN, CEMPN, Service de médecine aéronautique et de cardiologie de l'HIA Percy, Hôpitaux d'instruction des armées, IRBA...). [44]

### **2.2.4. Validité**

Les périodes de validité d'une attestation médicale pour une licence de pilote professionnel ou pilote de ligne (avion et hélicoptère) ou pour une licence de pilote en équipage multiple avion sera valide à compter de la date de l'examen médical pour une période de 12 mois.

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

- Dans le cas des titulaires d'une licence de pilote professionnel qui effectuent des vols de transport commercial de passagers en exploitation monopilote ( petits jet d'affaire, avions pour largage de parachute..) et qui sont âgés de 40 ans ou plus, la période de validité sera réduite à 6 mois.
- Dans le cas des titulaires d'une licence de pilote de ligne ou de pilote professionnel en équipage multiple qui effectuent des vols de transport commercial et qui sont âgés de 60 ans ou plus, la période de validité sera réduite à 6 mois. [15] [49]

Les examens et/ou évaluations en vue de la prorogation d'un certificat médical peuvent avoir lieu jusqu'à 45 jours avant la date d'expiration du certificat médical. En dehors de cette fenêtre temporelle, un examen ou une évaluation de renouvellement sont nécessaires [45]

## **2.3. Certificat médical de classe 2**

### **2.3.1. Définition**

Le certificat médical de classe 2 est destiné aux candidats à une licence :

- PPL (pilote privé)
- SPL (planeur)
- BPL (ballon libre)

Le certificat médical de classe 2 inclus les privilèges et les validités pour le certificat médical LAPL. [43]

### **2.3.2. Lieu de réalisation**

Pour la très grande majorité les certificats se font en cabinet de ville, chez un médecin agréé. La plupart d'entre eux sont médecins généralistes.

L'examen peut aussi être réalisé dans un AeMC.

Elle peut aussi être réalisée par un médecin délivrant des classes 1.

Il est à noter que le médecin agréé pour un pilote ne peut être, sauf cas exceptionnel, son médecin traitant.

### **2.3.3. Procédure de réalisation**

La DSAC a établi des formulaires de demande de certificat médical et de rapport d'examen pour les candidats de classe 1, 2, PNC et LAPL conformes aux exigences applicables en matière de certification médicale. [38]

C'est un examen beaucoup plus rapide que pour la classe 1 puisque moins exigeante. Elle est réalisée en général dans le cabinet du médecin. Pour information l'acte n'est pas remboursé par la sécurité sociale.

### **2.3.4. Validité**

Les périodes de validité d'une attestation médicale de classe 2 débutent à la date de l'examen médical pour une période de 5 ans.

Pour ceux âgés de 40 ans ou plus, la période de validité sera réduite à 2 ans. Un certificat médical délivré à un titulaire de licence n'ayant pas 40 ans cesse d'être valable quand celui-ci atteint l'âge de 42 ans.

Pour les 50 ans ou plus, la période de validité spécifiée est réduite à 12 mois. Un certificat médical délivré à un titulaire de licence n'ayant pas 50 ans cesse d'être valable quand celui-ci atteint l'âge de 51 ans. [15] [49]

Les certificats médicaux pour LAPL sont valables pour les mêmes périodes à l'exemption près qu'elle est maintenue tous les 2 ans après l'âge de 40 ans. [49]

## **3. Les grands principes réglementaires de la délivrance du certificat**

L'objectif de la thèse n'est pas d'énumérer toutes les pathologies et leurs conséquences sur le pilotage d'un aéronef. Ces particularités sont l'affaire des spécialistes que sont les médecins examinateurs, médecins experts, évaluateurs médicaux, conseil médical de l'aéronautique civil...

Le but est de donner quelques éléments au médecin généraliste pour comprendre la philosophie de prise en charge d'un patient s'exerçant au pilotage, de savoir comment ont été placés les seuils pour définir une inaptitude. Nous donnerons bien évidemment les grandes contre-indications.

Les règles de l'air et du suivi médical des pilotes de ligne sont définis par un standard international créé par l'OACI. Ces règles de bonne conduite ont été rédigées en 19 annexes.

Cette réglementation de l'OACI dite normes et pratiques recommandées internationales (SARP) prévoit l'adoption d'une réglementation internationale dans tous les domaines où l'uniformité facilite et améliore la navigation aérienne.

Elle a été promulguée dans des Annexes à la Convention. Chaque Annexe traite d'un aspect particulier de l'aviation civile internationale. [15]

Ces standards sont des recommandations qu'un pays est invité à suivre mais il est dans son droit de ne pas le faire. Les pays européens se sont réunis, pour une plus grande cohérence, autour d'une entité : l'EASA. L'EASA, comme l'écrasante majorité des pays du monde se fixent à quelques détails près aux règles fixées par l'OACI. Les règles de l'OACI et a fortiori de l'EASA sont donc

les références pour les médecins aéronautiques, mais aussi pour tout médecin, qui un jour, se voit examiner un pilote, qu'il soit professionnel ou non. Les règles régissant le suivi médical des pilotes présentes dans les recommandations de l'OACI ont été établies par un petit groupe d'étude composé de spécialistes en médecine aéronautique.

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.

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.

Un pilote professionnel âgé de 55 ans pourrait passer un examen médical annuel et être autorisé à travailler. 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 traité par certaines médications. Il en résulte que par de telles disparités dans les pratiques 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). [15]

### **3.1. L'évaluation médicale : philosophie de prise en charge**

Il ne faut pas être absolument parfait pour piloter. 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.

Pour l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale, 2 principes de base sont décrits comme essentiels lorsqu'il s'agit de déterminer l'aptitude physique et mentale d'un candidat à remplir des fonctions aéronautiques :

- 1) 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
- 2) aucune raison médicale ne doit rendre le candidat susceptible d'incapacité pendant l'exercice de ses fonctions.

D'après l'OACI cette incapacité est définie comme 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.

Par ailleurs une incapacité soudaine peut survenir aussi chez un individu médicalement apte comme par exemple des événements temporaires comme l'inhalation de fumée ou du fait des effets d'un faisceau laser sur la vision.

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.

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.

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, ce qui devrait être les cas après l'épidémie de Covid-19, 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. [15]

### 3.2. Le risque du 1 %

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 entraînant une incapacité en vol.

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. [15] [45]

Par un long calcul statistique, on montre qu'un risque d'incapacité du pilote limité à 1 % par an est compatible avec un taux d'accidents mortels de un sur 10-7 heures de vol. [45]

En équipage multiple, le risque acceptable d'incapacité du pilote a été défini comme la « règle du 1 % » qui est le taux maximal acceptable d'incapacité soudaine. Il repose donc sur des vols avec équipage de conduite à deux pilotes où un pilote peut prendre le relais en cas d'incapacité de l'autre pilote.

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. [50] [51] [52] [53]

Bien qu'il soit convenu que le taux d'incapacitation d'un pilote seul en opération devrait être 10 fois inférieur (à 0,1 %), une étude britannique a démontré que le réel taux était de 0,25%. Le taux de 0,1 % semble très difficile à atteindre sauf pour les plus jeunes pilotes. [54]

Certes, pour un médecin généraliste il est difficile, voire impossible de calculer ce taux. D'ailleurs il existe une divergence de points de vue entre les services de réglementation quant à la possibilité d'utiliser un « critère de risque » aéromédical chiffré qui soit objectif pour servir de base à la prise de décisions. Mais cela peut donner un ordre de grandeur qui pourra orienter le discours du médecin généraliste ou un spécialiste envers son patient et ainsi l'inciter vivement à consulter son médecin-examineur.

Ceci est d'autant plus vrai pour les pilotes privés. Ceux-ci ont en général moins de connaissances du milieu médical aéronautique, de leur limites et du facteur humain dans ce domaine. Si l'on y associe le fait qu'un pilote privé, titulaire d'un certificat médical de classe 2, pilote en général seul son engin avec des passagers à bord, il serait logique de penser que cette population est la plus à risque de développer une incapacité en vol dont le dénouement serait fatal.

### 3.3. Causes d'incapacité en vol

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. [15]

Une forme dramatique d'incapacité du pilote, bien que pas nécessairement la plus dangereuse, est la mort survenant dans le poste de pilotage. [54]

Une enquête a été réalisée sur la période 1993-1998 sur les cas d'incapacité de membres d'équipage de conduite survenus sur les lignes régulières aux États-Unis.

Il a été retrouvé des cas d'incapacitation ou déficience majeure sur 47 vols pendant ce suivi de 6 ans. La sécurité des vols a été impactée dans 7 des 47 vols, dont 2 ont donné lieu à un accident sans décès de passager. Cela donne une probabilité de survenue d'un accident dû à un événement médical de 4 %.

L'âge moyen de survenu était de 47 ans avec un risque d'incapacitation qui augmente significativement avec l'âge.

Les causes les plus fréquentes d'incapacitation étaient :

- perte de connaissance (9 cas) : 5 ont été causées par des syncopes vaso-vagales, 1 sur une douleur d'ulcère duodénal, 1 maladie de décompression, et deux causes non identifiées
- pathologie gastro-intestinale (6) : 2 cholecystites, 2 cas de douleurs sur expansion d'altitude des gaz intestinaux et 2 cas d'intoxication alimentaire
- neurologique (6) : 5 des 6 causes neurologiques étaient des crises épileptiques et 1 sevrage alcoolique
- cardiaque (5) : 3 infarctus du myocarde et 1 arythmie cardiaque entraînant la mort, ainsi qu'un spasme coronaire non fatal
- urologique (3) : toutes dues à des pathologies lithiasiques

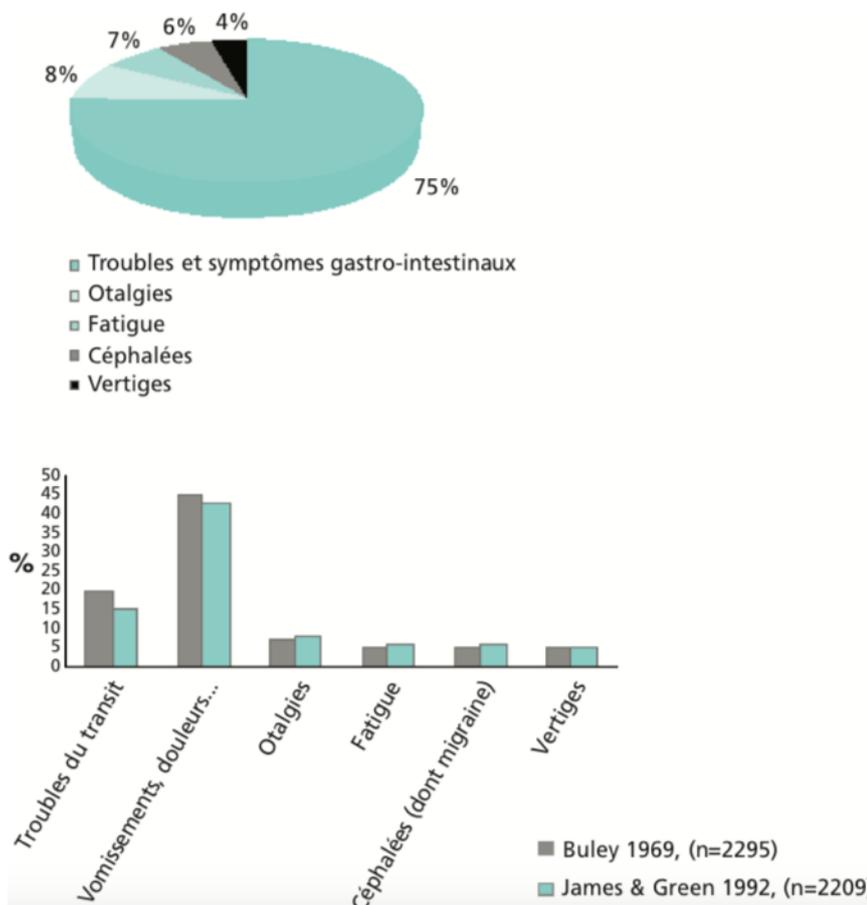
Il a été révélé quatre morts dans le poste de pilotage dues à des maladies cardiovasculaires. Le plus jeune de ces pilotes avait 48 ans lors de son décès. [54]

Une étude menée sur les bases de données de l’Australian Transport Safety Bureau's (équivalent du Bureau d’enquête et d’analyse en France) a également cherché à mesurer les survenues d’incapacitation et les accidents qui en découlaient sur leur continent de 1975 à 2006, chez des pilotes privés et des pilotes de ligne. Seulement 0,6 % des incidents ou accidents étaient reliées à une cause d’incapacitation. 10 % de ces événements ont donné lieu à des décès, et tous étaient sur des avions monopilote, avec la majorité qui était due à des infarctus du myocarde. Cependant la plupart des causes d’incapacitation étaient gastro-intestinales, avec bon nombre d’intoxications alimentaires. La seconde cause retrouvée était une intoxication aux fumées toxiques ( dont 25 % au monoxyde de carbone). [57]

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 ont donc été menées à 20 ans d’intervalle, avec les mêmes questionnaires et ont donné des résultats d’une remarquable cohérence. Environ 30 % des pilotes avaient déjà subi une incapacité dont la cause la plus fréquente était la gastro-entérite aiguë. [58]

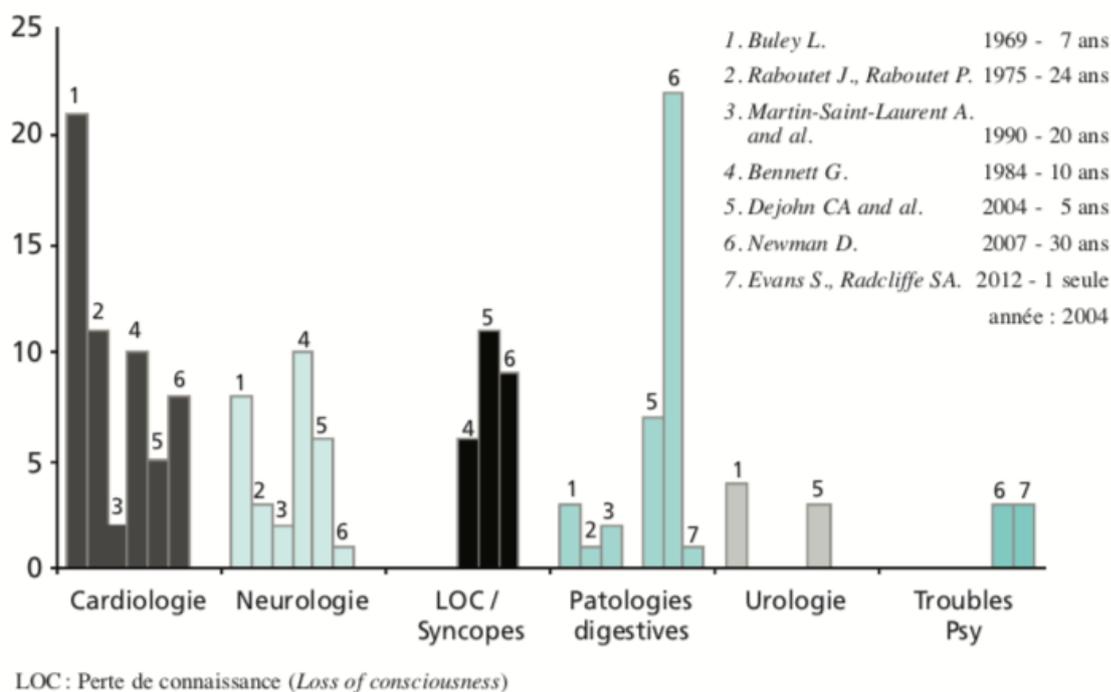
*Principales causes d’incapacités en vol recensées par les études menées par questionnaire [58]*



La figure suivante a été réalisée sur la base d'une revue de la littérature des médecins de la SOFRAMAS. Elle illustre la répartition des résultats par groupes de pathologies responsables d'incapacités en vol. Les troubles digestifs sont largement représentés. Globalement, les causes cardiovasculaires (dominées par la maladie coronaire puis les troubles du rythme) et neurologiques (crises d'épilepsie et accidents cérébrovasculaires) sont les plus représentées. Ainsi Buley rapportait en 1969 que l'ensemble des événements fatals en vol (soient 17 cas) étaient liés à la maladie coronaire.

Sur cette revue, il a été conclu que l'âge demeure le principal facteur de risque d'incapacité, renforçant la nécessité d'une surveillance médicale attentive aux pilotes de plus de 50 ans, à haut risque sur le plan cardio et cérébrovasculaire. Il était également préconisé, déjà avant l'accident du Germanwings, que devant la proportion des troubles psychopathologiques présentés en vol une surveillance constante de la santé mentale des navigants était nécessaire. Celle-ci doit être renforcée par une éducation valorisant le report plus précoce des plaintes fonctionnelles vécues en vol et le suivi, idéalement assuré par un même médecin expert.

*Causes médicales d'incapacités en vol recensées par 7 études. [58]*



La gastro-entérite est considérée comme une cause banale d'incapacité en vol. Lorsque les symptômes débutent avant d'entreprendre le vol, le pilote est amené à évaluer le rapport bénéfice - risque à prendre pour le départ.

Des critères de décision, comme la pression commerciale ou encore un vol de contrôle peuvent pousser le pilote à accomplir le vol en dépit de la conscience de ses troubles. Même s'il s'agit d'affections médicalement bénignes, les symptômes qui débutent avant le vol s'aggravent en général lors du vol du fait de l'altitude. L'équipage doit avoir à l'esprit qu'en vol, le risque de malaise lié à son état d'hydratation ou son tonus vagal peut se traduire par un manque de réactivité à une phase critique du vol, voire une perte de connaissance brutale. [55]

Les conseils généraux pour les voyageurs seront appliqués pour tout pilote afin d'éviter de potentiels incidents. Ceux-ci sont rappelés plus tard dans cette thèse.

### **3.4. Les limitations apposées sur les certificats médicaux**

L'attestation médicale « complète » signifie « sans restriction», tandis que la certification « avec restriction » se rapporte à une attestation médicale assortie d'une limitation. [38] [15]

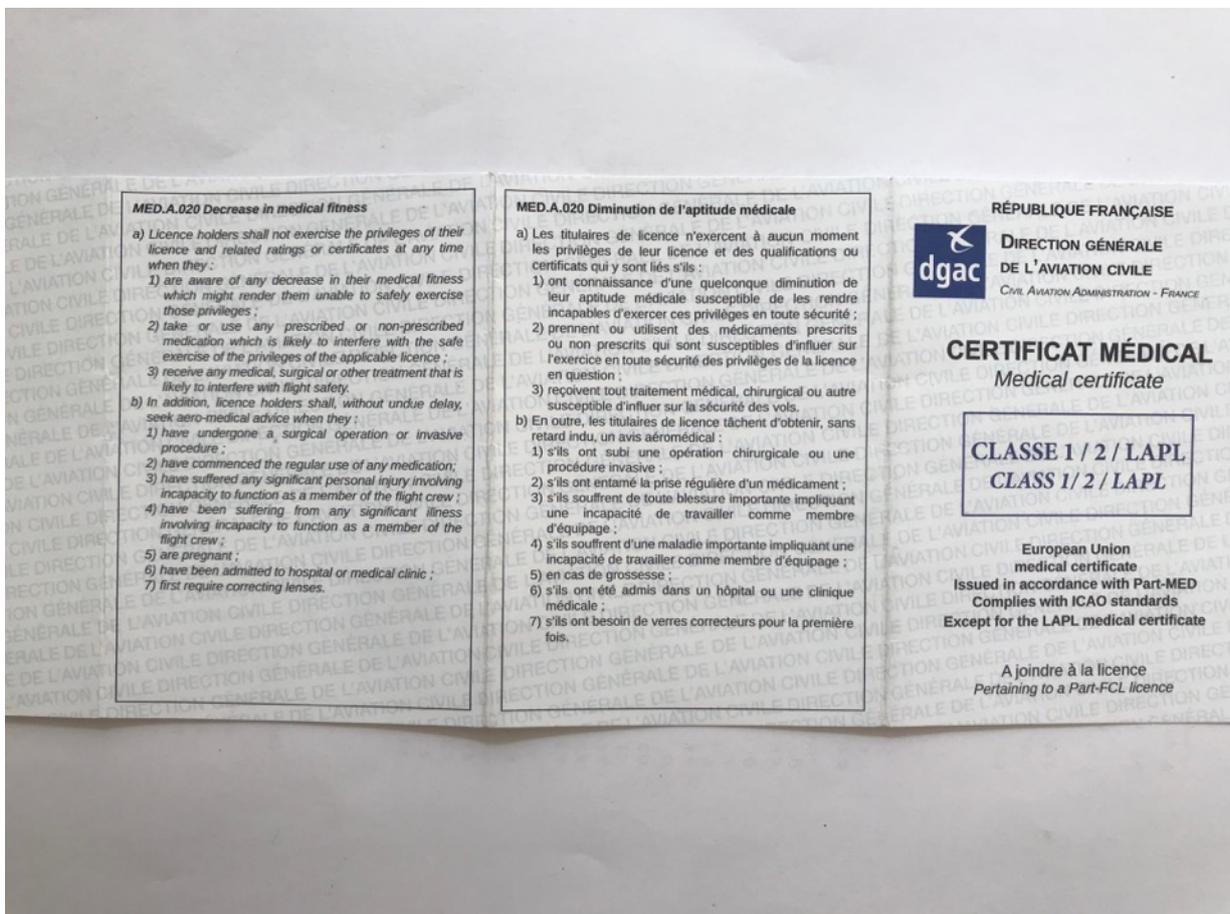
Si un médecin généraliste demande le certificat médical à son patient ( qui est un papier cartonné), il pourra voir mentionné les restrictions suivantes :

- TML (Time limitation) : la période de validité est celle indiquée directement sur le certificat. La période de validité du certificat précédent n'est donc plus valide.
- VDL ( correction for defective distant vision) : le pilote porte des lentilles ou une paire de lunettes dans le cockpit lui permettant de corriger sa vision à distance. S'il porte des lentilles de contact alors il devra toujours avoir une paire de lunettes à portée de main dans le cockpit.
- VML (correction for defective distant, intermediate and near vision) : correspond à la même limitation que VDL mais pour des visions défectueuses à distance et de près.
- VNL (correction for defective near vision) : même limitation que VDL également mais spécialement pour la vision de près
- VCL (Valid by day only) : cette limitation permet au pilote privé seulement ( donc uniquement pour les certificats médicaux de classe 2) ayant un déficit de la vision des couleurs d'exercer les privilèges de sa licence en journée uniquement.

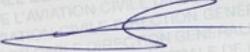
- OML (Valid only as or with qualified co-pilot) : cette limitation s'applique aux pilotes qui ne présentent pas les conditions nécessaires pour exercer en tant que monopilote. Cela s'applique donc principalement aux certificats médicaux de classe 1.
- OCL (Valid only as co-pilot) : même limitation que OML cependant le pilote ne peut pas être commandant de bord.
- OPL (Valid only without passengers) : cause médicale entraînant la limitation pour un pilote possédant le PPL ou LAPL lui permettant uniquement de piloter sans passagers.
- OSL (Valid only with safety pilot and in aircraft with dual controls) : le pilote ayant cette limitation apposée ne peut piloter que si l'avion présente une configuration en double commandes, avec un autre pilote pouvant reprendre le contrôle en cas d'incapacitation. Valide uniquement pour les PPL et LAPL.
- AHL (Valid only with approved hand controls) et OAL (Restricted to demonstrated aircraft type) : limitation à un seul type d'aéronef suite à une démonstration sur simulateur ou sur l'appareil en question. Cette limitation concerne le pilote présentant un membre déficient nécessitant un test médical ou simulateur adapté. L'avion doit présenter un équipement adapté complémentaire pour pallier ce déficit.
- SIC (Specific regular medical examination(s)- contact licensing authority) : au niveau européen cela signifie que le médecin examinateur doit contacter l'autorité délivrant la licence avant quelconque renouvellement de certificat médical (car la limitation concerne probablement un antécédent sur lequel le médecin examinateur devra porter son attention). En France la signification est différente. Cela signifie que le dossier doit être représenté au pôle médical de la DSAC par le médecin aéronautique après un certain délai comme par exemple « SIC : 24 mois » signifiant dossier médical à re-présenter au pôle médical dans 24 mois.
- RXO (Specialist ophthalmological examinations) : un examen ophtalmologique particulier sera nécessaire pour le renouvellement. Cette apposition peut être mise en place par le médecin examinateur mais sera retirée uniquement par le service de délivrance des licences ( l'autorité compétente).

- HAL (Wear hearing aid) : Pendant l'exercice de ses fonctions le pilote devra porter obligatoirement des prothèses auditives pliant le déficit observé.
- ORL (Valid only with a safety pilot if passengers are carried and in aircraft with dual controls) : Valable uniquement pour les classes 2 et LAPL. Le pilote ne peut pas emporter de passagers lorsqu'il vole seul. Pour l'emport de passagers il y a une restriction d'utilisation lui permettant de voler avec un pilote de secours sur un avion à double commandes.
- SSL (Special restriction(s) as specified) : Pour des raisons autres que celles spécifiées. Il y aura alors directement indiqué la raison, par exemple : « suivi chez un même AME. » [43]

*Exemple de certificat médical de classe 1 : face avant...*



...face arrière

I Etat dans lequel la licence de pilote a été délivrée ou demandée / Authority that issued or is to issue the pilot licence <b>FRANCE</b>	II Certificat médical de Classe 1 Class 1 medical certificate	XIII Limitations / Limitations Code - Description / Code - Description	Date de l'examen médical / Date of medical examination
III Numéro de certificat / Certificate number <b>FRA-FCL-PA00340360</b>	IX Date d'expiration du certificat médical pour (JJ/MM/AAAA) / Expiry date of this certificate for (DD/MM/YYYY)		<b>13 FEV. 2019</b>
IV Nom et prénom du titulaire / Last and first name of holder <b>AL HAMMAD IBRAHIM Kousa</b>	Classe 1, exploitation commerciale monopilote avec transport de passagers / Class 1 single pilot commercial operations carrying passengers <b>13/02/2020</b>	X Date de délivrance / Date of issue <b>13 FEV. 2019</b>	Date du dernier électrocardiogramme / Date of last electrocardiogram
XIV Date de naissance (JJ/MM/AAAA) / Date of birth (DD/MM/YYYY) <b>03/10/1992</b>	Classe 1, autres exploitations commerciales / Class 1 other commercial operations <b>13/02/2020</b>	Signature de l'AME ou de l'évaluateur médical / Signature of issuing AME or medical assessor	<b>13 FEV. 2019</b>
VI Nationalité / Nationality <b>Française</b>	Classe 2 / Class 2 <b>13/02/2020</b>	Dr S. BISCONTE Médecin en Chef Chef du Centre d'Expertise Médicale de Personnel Navigant H.I.A. Robert PICQUE - BORDEAUX N° RPPS: 10004572805 - N° FINISS 330781303	Date du dernier audiogramme / Date of last audiogram <b>13 FEV. 2019</b>
VII Signature du titulaire / Signature of holder 	LAPL / LAPL <b>13/02/2020</b>		

Au recto de cette licence, qui est signée par le pilote, un encadré en français et en anglais intitulé MED.A.020 est mentionné. Il est apparu il y a quelques années afin d'inciter les pilotes à contacter leur médecins aéronautiques. L'objectif était de confirmer que les nouveaux traitements médicamenteux instaurés par les médecins traitants et spécialistes soient conformes aux activités aéronautiques. De plus, cela pourrait favoriser l'autodéclaration, souvent négligée par les pilotes. Cet encadré stipule les paragraphes suivants :

MED.A.020 : Diminution de l'aptitude médicale

- a) Les titulaires de licence n'exercent à aucun moment les privilèges de leur licence et des qualifications ou certificats qui y sont liés s'ils :
  - ont connaissance d'une quelconque diminution de leur aptitude médicale susceptible de les rendre incapables d'exercer ces privilèges en toute sécurité
  - prennent ou utilisent des médicaments prescrits qui sont susceptibles d'influer sur l'exercice en toute sécurité des privilèges de la licence en question
  - reçoivent tout traitement médical, chirurgical ou autre susceptible d'influencer la sécurité des vols
- b) En outre, les titulaires de licence tâchent d'obtenir, sans retard indu, un avis aéromédical :

- s'ils ont subi une opération chirurgicale ou une procédure invasive
- s'ils ont entamé la prise régulière d'un médicament
- s'ils souffrent de toute blessure importante impliquant une incapacité à travailler comme membre d'équipage
- s'ils souffrent d'une maladie importante impliquant une incapacité de travailler comme membre d'équipage
- en cas de grossesse
- s'ils ont été admis dans un hôpital ou une clinique médicale
- s'ils ont besoin de verres correcteurs pour la première fois

### **III - Guide pratique de prise en charge du pilote par le médecin généraliste**

#### **1. Les pathologies rencontrées chez le pilote**

##### **1.1. Les pathologies d'ordre physique**

###### **1.1.1. Généralités**

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.

Cependant il arrive que des examens cliniques ou paracliniques plus complexes soient nécessaires pour lui permettre de prendre une décision bien informée.

###### **Annexe 3 - Formulaire de compte rendu d'un médecin-examineur**

Comme indiqué sur le formulaire, il sera entre autre nécessaire d'examiner :

- le nez et sinus – Inclure l'apparence, et tout signe d'obstruction nasale ou de sensibilité à la palpation.
- Oreilles et tympans – Inclure l'otoscopie de l'oreille externe et de la membrane du tympan.
- Ouïe – pour indiquer la capacité auditive, tester séparément à 2 m pour chaque oreille. Le patient ne devrait d'ailleurs pas pouvoir observer les lèvres de l'examineur.
- Audiométrie – Si une audiométrie tonale est nécessaire, elle mesurera les fréquences de 125 à 8 000 Hz. 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.
- 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
- L'acuité visuelle doit être testée à 6 mètres. – Il faut examiner chaque œil séparément, puis les deux yeux ensemble. D'abord sans correction, puis avec lunettes et enfin avec lentilles de contact.

- Vision à 1 mètre – Il faut examiner chaque œil séparément, puis les deux yeux ensemble. D’abord sans, puis avec correction ( aptitude à lire N14 à 100 cm).
- Vision en champs rapproché : 30 à 50 cm – Il faut examiner chaque œil séparément, puis les deux yeux ensemble (aptitude à lire N5 à 30–50 cm).
- Perception des couleurs – par exemple avec une planche Ishihara 24.
- Abdomen — recherche d’hernies inguinales en particulier.

S’il est recommandé qu’un candidat soit déclaré inapte, la raison doit être indiquée. Il lui sera aussi indiqué toute limitation nécessaire.

### **1.1.2. L’appareil cardio-vasculaire : ECG, HTA, hypercholestérolémie, coronaropathie, troubles du rythme et cardiopathie, anticoagulants, insuffisance veineuse et embolie pulmonaire, syncope**

Les normes et pratiques recommandées (SARP) de l’OACI stipulent que 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.

Les médecins-examineurs sont habituellement des généralistes, sans formation ou expérience spécifique en cardiologie. [15]

#### **ECG**

Un ECG à 12 dérivations au repos sera réalisé dans les cas suivants :

- pour un certificat médical de classe 1 : lors de la délivrance initiale, puis tous les deux ans de 30 à 50 ans et tous les ans au delà de 50 ans.
- pour le certificat médical de classe 2 : au premier examen, puis au premier examen à partir de 40 ans puis tous les 2 ans à partir de 50 ans. [59]

A noter qu’un ECG au repos détecte plus facilement des troubles du rythme et de la conduction qu’une cardiopathie ischémique. [15]

## L'hypertension artérielle

L'hypertension artérielle (HTA) est la première maladie chronique dans le monde et un des principaux facteurs de risque cardio-vasculaire. Une prise en charge efficace de l'HTA diminue le risque de complications cardiovasculaires et contribue à l'allongement de l'espérance de vie.

En France, environ 20 % des patients hypertendus ne sont pas traités et 50 % des patients hypertendus traités n'atteignent pas les objectifs de PA contrôlée. Environ 1 million de nouveaux patients sont traités pour une HTA en France chaque année, ce qui correspond à une moyenne de 15 à 20 nouveaux patients pour un médecin généraliste. En France, en 2012 plus de 11 millions de patients étaient traités pour une HTA.

Ces chiffres montrent donc que la probabilité qu'un pilote soit atteint par cette pathologie est largement envisageable. [60]

La pression sanguine, traitée ou non, devrait être inférieure à 140/90 mm Hg.

Une pression qui reste supérieure à 160/95 mm Hg est disqualifiante pour toutes les classes de certification médicale. [43]

En aviation, la plupart des agents hypotenseurs courants que l'on peut autoriser sont :

1. les sartans (antagonistes des récepteurs de l'angiotensine : ARA)
2. les inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine (IEC)
3. les inhibiteurs du canal calcique lent : amlodipine, nifédipine,...
4. les bêta-bloquants : aténolol, bisoprolol
5. les diurétiques : bendrofluméthiazide, indapamide

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 méthyldopa ne sont pas autorisés. [59]

Quel que soit l'agent utilisé, au début du traitement ou à la suite d'une modification du traitement 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. [59]

Le pilote doit être déclaré temporairement inapte. Etant donné qu'il n'est pas toujours facile d'obtenir un rendez-vous rapidement chez un médecin-examineur, le médecin généraliste pourra donc être amené, s'il introduit un anti-hypertenseur, à réaliser pour son patient un arrêt de travail et revoir le patient après quelques semaines afin de s'assurer de l'absence d'effets secondaires pouvant

compromettre la sécurité d'un vol. [15]. Il pourra donner ce conseil pour un pilote privé, et un arrêt de travail pour un professionnel.

Deux à trois semaines peuvent être nécessaires lorsqu'une thérapie est entamée et 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.

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. [15]

### **L'hypercholestérolémie**

Un taux de cholestérol sera traité si besoin par une statine. Il n'y a pas de restriction particulière pour un à la prise d' hypolipémiant. [15]

### **Coronaropathie**

L'infarctus du myocarde est, au moins initialement, une pathologie disqualifiante pour une certification d'aptitude au pilotage. [59]

En cas de maladie coronaire tout pilote restera au sol et sera inapte au minimum 6 mois. Suite à cela certains ne reprendront jamais leur activités aéronautiques en tant que pilote.

Les conditions sont assez spécifiques et les médecins-examineurs ou évaluateurs pourront se référer à la réglementation européenne pour autoriser ou non un pilote à reprendre ses activités.

Le médecin généraliste pourra insister, pour appuyer ses arguments sur la prévention primaire : tabagisme (actuel ou antérieur), 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. Les sujets ayant le meilleur pronostic sont asymptomatiques, non diabétiques et normotensifs, et ont une fraction d'éjection normale. [15] [40]

### **Troubles du rythme et cardiopathie**

Les études menées en centrifugeuses ont montré la réputation « arythmogène » des accélérations appliquées de manière séquentielle, par modification de la balance neurovégétative. Cela induit naturellement une importance cruciale dans le dépistage de cardiopathies, structurelles ou

électrophysiologiques, afin de prévenir la survenue de troubles du rythme et le risque de mort subite en vol. [61]

La centrifugeuse est une simulation qui se rapportera surtout aux vols induisant des accélérations (appelés plus communément « G »). Celles-ci seront présentes chez les pilotes militaires, mais aussi dans la catégorie des pilotes voltigeurs (qui eux ne nécessiteront qu'une classe 2 pour voler).

Pour un médecin généraliste le patient pourra également demander un certificat médical de non contre-indication afin de réaliser un baptême de voltige ou de parachute. Ceux-ci entraîneront quelques successions d'accélération qui peuvent avoir des conséquences fatales pour le muscle cardiaque.

En effet lors des accélérations l'augmentation de la fréquence cardiaque y sera proportionnelle. L'augmentation de la pression artérielle est assez marquée. Elles peuvent être comparables à celles observées lors d'une épreuve d'effort maximale.

Il est aussi rapporté des épisodes de troubles de la conduction cardiaque lors d'accélérations. Parmi les plus jeunes sujets environ la moitié présenteront un trouble du rythme et de la conduction pour une accélération entre 6 et 9 G. Il n'est pas nécessaire d'atteindre de telles valeurs pour retrouver des extrasystoles auriculaires ou ventriculaires. Les troubles peuvent amener jusqu'à la mort subite. [19]

Cela explique pourquoi la réalisation de figures acrobatiques, ainsi que le divertissement sur certains manèges forains, peuvent être soumis à des avertissements voire des restrictions.

Malheureusement ces troubles ne sont pas que théoriques et un récent accident vient nous le rappeler.

En avril 2018, en région parisienne, un passager de 62 ans se présente à un baptême pour un vol sur Boeing Stearman d'une vingtaine de minutes. Ce vol inclut une première partie de balade suivie d'évolutions de voltige au-dessus de l'aérodrome. À l'issue du deuxième enchaînement de figures de voltige d'une accélération maximale de 3,5 G, le passager perd connaissance. Le pilote atterrit en urgence et prévient les secours. Il est trop tard et ils constatent le décès du passager.

Ce dernier présentait une obésité modérée et un diabète non insulino-dépendant. Il avait probablement une représentation de son état de santé qui sous-estimait la menace vitale de l'atteinte cardiaque dont il souffrait. [62]

Cet événement fait rappeler au médecin généraliste que certains patients présentant un risque cardiovasculaire ne sont pas tout à fait conscients des risques encourus par certaines activités. Ainsi une information doit être transmise sur les conséquences des fortes accélérations.

## *Boeing Stearman PT-17*



Les troubles du rythme et de la conduction restent un groupe de problèmes important et certains d'entre eux comptent parmi les problèmes les plus difficiles rencontrés en cardiologie aéronautique. En règle générale un candidat présentant un rythme cardiaque anormal sera déclaré inapte, à moins que son arythmie cardiaque n'ait fait l'objet d'une enquête estimant qu'elle n'est pas susceptible de l'empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de sa licence ou de ses qualifications.

Dans tous les cas, à la découverte d'un quelconque trouble du rythme ou de la conduction le médecin traitant devrait réaliser les explorations cardiaques qu'il estime nécessaires (Holter, échographie cardiaque, ...) comme pour tout patient.

Le médecin généraliste, s'il détecte quelconque anomalie à type de trouble de la conduction ou du rythme, devra inciter son patient à stopper toute activité aérienne et prendre un rendez-vous rapidement avec son médecin aéronautique. Cependant il pourra aussi le rassurer sur le fait que les pathologies comme :

- le bloc de branche incomplet
- bloc de branche droit complet
- déviation axiale gauche stable
- bradycardie sinusale asymptomatique

- tachycardie sinusale asymptomatique
- complexes ectopiques supra-ventriculaires ou ventriculaires isolés uniformes asymptomatiques
- bloc atrioventriculaire du premier degré
- bloc atrioventriculaire de type Mobitz 1

pourront être déclarés aptes en l'absence de toute autre anomalie et sous réserve d'un examen cardiologique satisfaisant. [59]

Tout comme la découverte d'une seule extrasystole atriale ou ventriculaire. Elles ne seront d'aucune importance pour le pronostic et passera probablement inaperçue. Si une extrasystole atriale ou ventriculaire isolée est enregistrée, sans symptôme, il n'y a pas lieu de pousser les investigations.

[15]

### Fibrillation atriale

La fibrillation atriale est l'arythmie la plus fréquente provoquant des symptômes intermittents ou persistants. 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, à une cause extra-cardiaque ou être « idiopathique » dans environ un tiers des cas.

Dans certains États, mais pas dans tous, la prise d'un anticoagulant est disqualifiante pour toutes les classes de certification médicale. Jusqu'en 2014 un pilote ne pouvait pas voler s'il consommait des anticoagulants en Europe. Cette réglementation a pu évoluer.

L'aspirine ou le clopidogrel peuvent être recommandés par le cardiologue ou médecin 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, comme la 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 ?

Les médicaments autorisés dans le cadre de ces pathologies 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. Cependant ce type de médicament ne sera pas adapté à une activité comme la voltige aérienne (nécessité d'augmenter la FC pour compenser la baisse du débit sanguin cérébral).

- le vérapamil, qui peut contribuer à préserver le rythme sinusal et à limiter la fréquence cardiaque (mais risque d'hypotension en cas d'accélération)
- le diltiazem, aussi bien seul que combiné aux médicaments précités (avec prudence en cas de bêta-bloquant)

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 moins d'effets secondaires que les suivants.

Les produits contre- indiquant en général la pratique du pilotage sont :

- les agents anti-arythmiques de classe Ia : la quinidine (risque excessif de torsades de pointes), le disopyramide (effets secondaires anti-cholinergiques excessifs), le procainamide (syndrome de type lupus et, occasionnellement, agranulocytose)
- 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.
- Le médicament de classe III le plus efficace, l'amiodarone, 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 Ib (la méxilétine) et III : moricizine, dofétilide et ibutilide. [15]

#### Anticoagulants :

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. [15]

Les anti-vitamine K étaient initialement interdits pour les pilotes et ce, pour plusieurs raisons :

- relation dose- réponse non prévisible
- multiples interactions médicamenteuses et alimentaires
- existence d'un index thérapeutique étroit : moins de 65% du temps dans la zone cible thérapeutique ( risque trombo-embolique ou hémorragique). Cette complication hémorragique est mortelle dans 0,25% des cas, sévère dans 1% des cas, mineure dans 6,5% des cas, avec un risque de 15% d'avoir une fois dans l'année un événement hémorragique mineur.

Un risque hémorragique sévère est défini comme une hémorragie intracrânienne, une hémorragie nécessitant une hospitalisation, une chute de l'hémoglobine d'au moins deux points.

Initialement ils étaient interdits également en France mais les règles médicales ont évolué pour plusieurs raisons :

- il y a un risque limité d'effet secondaire lorsque l'on se trouve dans la zone thérapeutique
- la population des pilotes est plutôt jeune, sans comorbidités le plus souvent avec des capacités intellectuelles permettant une meilleure prise de conscience de leur pathologie [63]

Parmi les nouveaux anticoagulants oraux nous retrouvons le Dabigatran, Apixaban, Rivaroxaban, Edoxaban. Une méta-analyse parue dans The Lancet en 2014 montre qu'ils sont au moins aussi efficaces que les AVK. Il y a moins de risque d'hémorragie grave, moins d'hémorragie intracrâniennes avec cependant plus d'hémorragies gastro-intestinales. [64]

Il existe quelques interactions médicamenteuses (anti-arythmiques, anti-acides, anti-inflammatoires) et à dosage maximal l'Apixaban semble moins risqué en terme de risque hémorragique que les AVK et le Dabigatran semble être plus efficace que les AVK. Mais il n'y pas d'étude comparative entre nouveaux anticoagulants oraux.

Les principaux avantages des nouveaux anticoagulants oraux par rapport aux AVK sont les suivants :

- moins de risque hémorragique en général ( et moins d'hémorragies intracrâniennes)
- pas d'interaction alimentaire
- au moins aussi efficaces que les AVK

Les principaux inconvénients :

- demi-vie courte
- surveillance plus difficile [63]

L'usage d'anticoagulants oraux tels que la coumadine et la warfarine exclut toute certification dans de nombreux États contractants.

L'usage d'héparine à faible poids moléculaire en faibles doses pourrait être considéré comme acceptable par l'évaluateur médical, mais la présence de la pathologie aigue exclut ce type de traitement.

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. [15]

En France, dans tous les cas la mise en place d'une anticoagulation entraînera un arrêt de toute activité de pilotage. Le médecin généraliste pourra adresser le patient à son référent aéronautique.

A titre d'information la réglementation européenne indique qu'une aptitude peut être rétablie sous certaines conditions ( asymptotique, faible risque de complication ou récurrence...) que le médecin- examinateur pourra prendre en charge.

Pour un certificat médical de classe 1 et 2 il sera notamment nécessaire que le patient soit stable sous anticoagulant depuis au moins 6 mois. La stabilité est considérée si depuis 6 mois le pilote a obtenu 5 INR dont 4 dans la cible thérapeutique. Les limitations OML, ORL ou OSL devront être apposées.

A noter que pour un certificat médical de classe 2, si le patient réalise un INR 12 heures avant son vol, les limitations ne font plus foi ...

Pour ce qui est des anticoagulants ne nécessitant pas de suivi par INR, ceux-ci pourront reprendre leurs activités après une période de stabilité après de 3 mois de traitement. Cette activité sera restreinte à la limitation pour un professionnel mais aucune pour un certificat médical de classe 2.

[43]

Le risque n'est pas négligeable pour une PNC ou un passager. Ils pourraient recevoir des objets, ou être blessés lors d'une mobilisation dans la cabine.

Pour résumer le médecin généraliste pourra jouer un rôle important pour son patient en cas d'introduction d'une anticoagulation. S'il a le choix un traitement par nouveaux anticoagulants oraux semble offrir beaucoup plus de bénéfices et moins de contraintes pour le pilote.

### **Particularité de l'insuffisance veineuse**

En 2019, d'après les statistiques publiées par le ministère de l'intérieur il y a eu en France 180 millions de passagers ayant réalisé un départ vers ou depuis la France. Hormis la crise aéronautique due à l'épidémie de Covid-19 actuelle, les chiffres sont en constante augmentation. [65]

Le cas de l'insuffisance veineuse pourra intéresser le médecin généraliste d'autant plus qu'il apportera quelques éléments de réponse aussi bien aux pilotes qu'aux nombreux passagers prenant l'avion chaque année en France.

Dès 1954, Homans a évoqué l'hypothèse d'une relation entre la survenue d'accidents thromboemboliques et les voyages, aériens. Il a incriminé la position assise prolongée comme facteur de risque de thrombose. [66]

Puis le terme de «syndrome de la classe économique» est apparu en 1977.

D'après la triade de Virchow, trois phénomènes participent au développement de la thrombose veineuse profonde : lésions endothéliales, stase veineuse et modifications du contenu vasculaire. Ces phénomènes sont renforcés lors des voyages en avion. La compression prolongée des cuisses sur le bord du siège serait à l'origine de lésions endothéliales favorisant ainsi l'apparition de thrombus. La stase veineuse est favorisée par la position assise prolongée. Les valvules veineuses, immobiles, flottent librement dans le flux sanguin et demeurent perméables. L'absence d'activité des muscles activateurs du retour veineux contribue à ralentir le flux sanguin et le retour veineux. Une augmentation de volume des mollets due à l'œdème a été mesurée.

Le contenu vasculaire est modifié. Après une heure en position assise, l'hématocrite augmente de 30% et la protidémie de 40% provoqués par l'atmosphère sèche de la cabine, augmentent le risque de survenue de thrombose veineuse. L'hygrométrie à bord des avions chute de 60 % d'humidité à 10 ou 20 %, 10 minutes après le décollage, car l'air de l'avion est rapidement renouvelé par de l'air extérieur sec, réchauffé par les réacteurs. Ceci a pour conséquence d'assécher la peau, les muqueuses oculaires et respiratoires, et d'entraîner une petite déshydratation pouvant augmenter la fatigue et le risque de thrombose veineuse. [21] [67] [68] [69] [70]

En début de vol, certaines compagnies peuvent donner le conseil au passager assis de lever périodiquement les talons pour contracter les mollets et accélérer ainsi le retour veineux. L'hygrométrie de la cabine (10 % environ), parfois l'insuffisance d'ingestion d'eau et l'effet diurétique de l'alcool fréquemment consommé au cours des vols de longue durée, favorisent la déshydratation. L'hémoconcentration et augmentation de viscosité favorisent le développement d'un thrombus.

Ainsi, le risque semble essentiellement lié à la position assise prolongée (compressions des veines en siège de classe économique qui diffère de la position allongée du voyageur en classe d'affaires). Il n'est donc pas l'apanage des voyages en avion. Toutes les situations associées à une position assise prolongée sont concernées. Train, voiture, mais aussi théâtre, voire travail de bureau et jeux vidéo ont été incriminés. . . [71] [72] [73]

La prise d'un somnifère pour mieux dormir pendant une nuit à bord sera évidemment proscrite pour un pilote en fonction, et ne sera pas toujours une bonne aide pour un patient car, en diminuant les sensations d'inconfort, elle diminue la mobilité spontanée et augmente le risque de thrombose. [21]

En 1999, la fréquence de survenue d'embolie pulmonaire a été estimée à 0,5 cas par million de passagers arrivant aux aéroports de Paris. Les patients avec une thrombose veineuse profonde isolée ou une embolie pulmonaire non grave n'ont pas été inclus. Après un voyage prolongé, devant des symptômes mineurs, les passagers quittent généralement l'aéroport sans consulter le service

médical. Or, l'embolie pulmonaire peut survenir jusque plusieurs semaines après le voyage aérien. [74] [75]

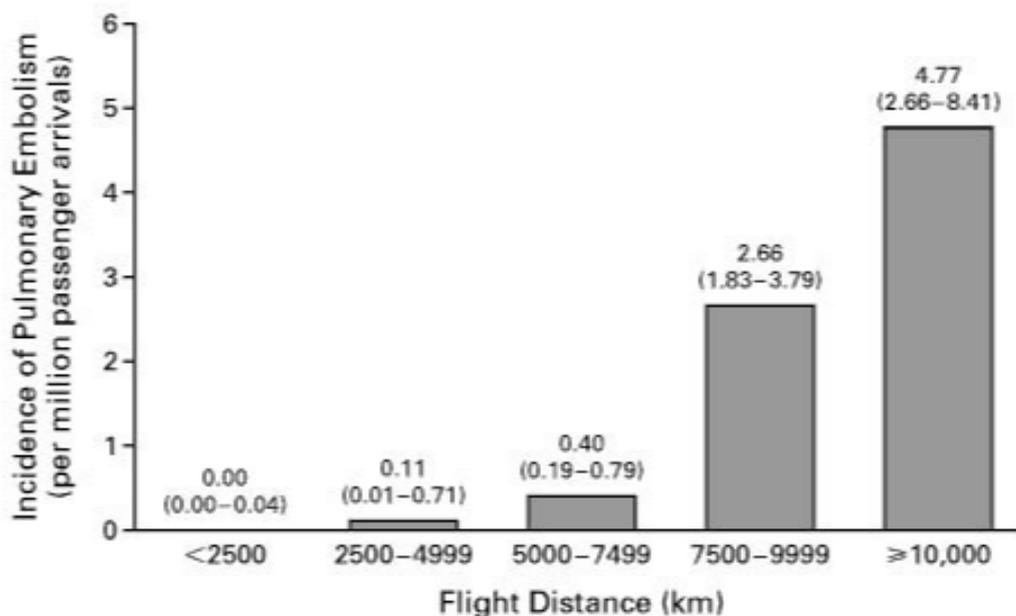
Une autre étude menée à l'aéroport Roissy-Charles-de-Gaulle et publiée dans The New England Journal of Medicine a pu mettre en évidence a relation entre accidents thromboemboliques et voyages aériens. Cette incidence reste rare avec quelques cas par millions de voyageurs. [76]

Une analyse a été réalisée chez les patients victimes d'embolie pulmonaire pris en charge.

Plus de 135 millions de passagers provenant de plus de cent pays ont constitué le groupe témoin. Ils ont été classés en fonction de la distance du vol.

L'incidence des embolies pulmonaires était de 0,4 cas par million de passagers ( soit 56 patients). Elle atteignait 4,8 cas par million pour les vols de plus de 10 000 km. Il existait une cassure dans la courbe pour des voyages de 5000 à 7500 km. Cela démontre que ce n'est pas l'augmentation de la période d'observation qui explique l'augmentation des embolies pulmonaires, mais bien la durée du voyage.

*Incidence des embolies pulmonaires en fonction de la distance parcourue en avion [76]*



Les femmes étaient particulièrement concernées par le risque d'accident thromboembolique lié au voyage aérien selon plusieurs auteurs. Elles représentaient 70 % de la population dans la plupart des études. [76] [77] [78]

Considérer que sont à risque les vols de plus de 5000 km est une limite raisonnable.

Niveau de risque d'accident thromboembolique des voyageurs en avion selon le consensus international de 2008. [79]

Niveau 1 : risque faible avec des passagers sans risque personnel supplémentaire où chaque voyage prolongé est associé à un risque légèrement accru mais indéterminé.

Les mesures comportementales sont recommandées avec une bonne hydratation, l'abstinence de consommation de sédatif, d'alcool et de tabac, le port de vêtements ne gênant pas la circulation sanguine (chaussettes et pantalon en particulier), les mouvements réguliers des membres inférieurs et la déambulation régulière dans l'avion sont recommandés.

Niveau 2 : risque moyen. La présence de deux facteurs ou plus indiqués ci-dessous augmente de risque de façon supra-additive

- grossesse ou post-partum
- âge > 60ans
- thrombophilie documentée
- antécédent familial de maladie thromboembolique
- varices des membres inférieurs ou insuffisance veineuse chronique
- contraception orale ou traitement hormonal substitutif
- obésité (index de masse corporelle > 30)

On associe par rapport aux mesures de niveau 1 les mesures physiques (port de chaussettes de contention).

Niveau 3 : risque élevé. La présence de ces critères y est associé mais cela ne concernera que rarement le pilote :

- antécédent d'accident thromboembolique
- néoplasie ou autre pathologie sévère évolutive
- immobilisation (plâtre. . .)
- chirurgie majeure récente

Chez eux des mesures pharmacologiques de type anticoagulant s'avèrent nécessaires en plus des chaussettes de contention. Le bénéfice de l'héparine de bas poids moléculaire (enoxaparine) a été établi sur une population de patients à haut risque effectuant un vol de plus de 10 heures. La prise d'aspirine est sans intérêt. [80]

La prise d'un anticoagulant oral reste une option avantageuse pour le passager.

En 2010 les recommandations stratifient le risque en fonction de la durée du vol. Elles croisent les deux risques, liés au voyage et au passager, pour déterminer la stratégie prophylactique adaptée. Les seuls changements par rapport aux recommandations de 2008 sont les suivantes :

- elles ne recommandent pas l'hydratation
- chaussettes de contention pour les niveau 2 uniquement si voyage supérieur à 3 heures
- anticoagulation uniquement chez les patients à risque élevé voyageant plus de huit heures. [81]

Concernant l'hydratation certains pensent qu'il est nécessaire de s'hydrater régulièrement (boire un litre d'eau toutes les 4 heures). [21]

Cependant d'après le calcul réalisé plus haut, le chiffre est de 700 ml de plus qu'habituellement, pour 10 heures de voyage en avion.

Par exemple un médecin généraliste qui se verrait prescrire une pilule contraceptive à une femme pilote devra lui mentionner la nécessité d'un port de bas de contention si celle-ci présentait un surpoids ou bien si elle déclare un antécédent de maladie thrombo-embolique. Ce rôle peut aussi être relayé par le médecin du travail ou du médecin- examinateur lors de leurs visites.

Nous pouvons raisonnablement imaginer qu'un pilote étant sur un siège « classique », non allongé, avec une compression veineuse des membres inférieurs, pourrait avoir un facteur de risque supplémentaire s'il ne réalisait pas quelques mesures préventives que nous citons ci-dessus ( mobilisation pendant un vol long courrier avec la rotation d'équipage, port de chaussettes ou bas de contention de classe 2 (pression à la cheville de 15 à 30 mmHg).

Diverses mesures de prophylaxie, parfois contradictoires en l'absence d'étude validée, ont été proposées. La stratégie prophylactique est déterminée sur la combinaison de deux catégories de risque : le voyage (sa durée) et le patient (et son risque thromboembolique propre).

Les mesures prophylactiques comportementales et le port de chaussettes de contention sont volontiers recommandés. Le recours à une prophylaxie pharmacologique est interdite pour le pilote de ligne et doit demeurer exceptionnelle et être discuté au cas par cas pour un passager.

## La syncope

La syncope (du grec « couper ») est définie comme une perte de connaissance brève ( TLOC pour transient loss of consciousness) à début rapide, causée par une hypoperfusion cérébrale globale et passagère de durée généralement brève, s'accompagnant d'une perte du tonus postural. Elle est spontanément résolutive, avec un retour rapide à un état de conscience normal.

Selon la cause, la syncope peut être brutale, sans signe avant-coureur, ou elle peut être précédée d'un prodrome de durée variable, avec des symptômes tels que la nausée, la faiblesse, des vertiges et des troubles de la vision.

Bien que la reprise de connaissance soit généralement rapide, le retour complet de la fonction intellectuelle peut être retardé. Une amnésie rétrograde se produit chez certains individus, principalement âgés. [82] [83]

Il en existe 3 grandes classes :

- Les syncopes réflexes ( vaso-vagales, hypersensibilité du sinus carotidien et situationnelle sur défécation, toux, rire...)
- L'hypotension orthostatique ( médicamenteuse, hypovolémique, dysautonomique)
- Les syncopes cardiaques ( arythmie, sténose, EP,...) [82] [83]

Toutes les formes de syncope, et principalement les syncopes réflexes et d'hypotension orthostatique, ont une plus grande probabilité de survenir avec une sévérité plus importante quand plusieurs facteurs sont présents : médication, alcool, hypovolémie, température environnementale, fatigue. [83]

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. [15]

Lors d'une syncope trois questions principales doivent être abordées :

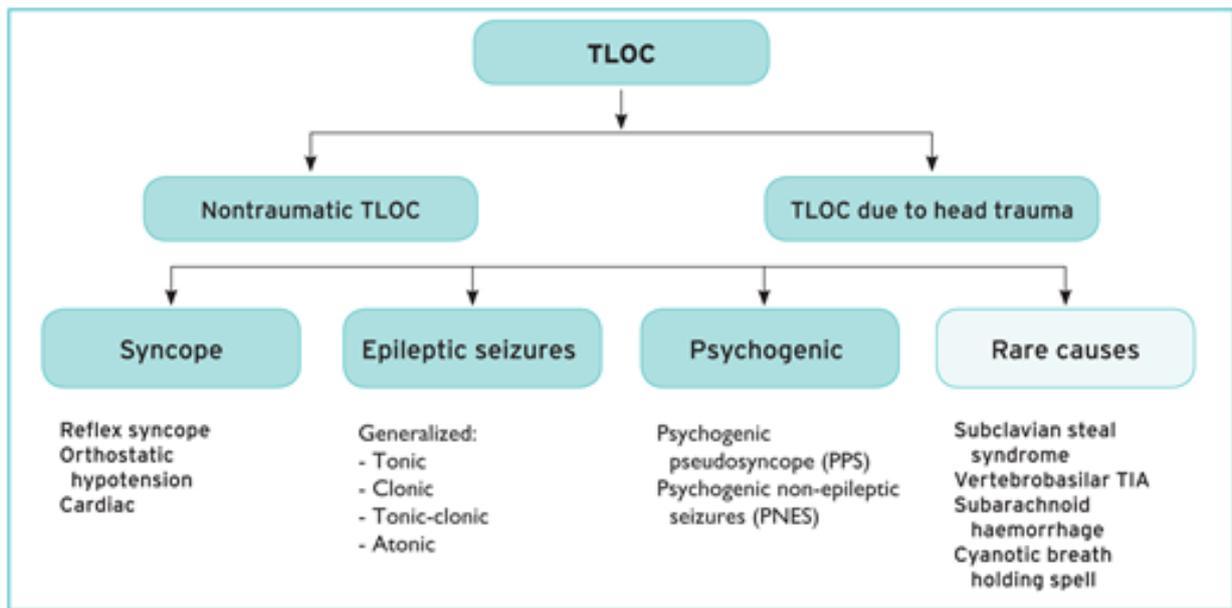
- La perte de connaissance est-elle liée ou non à une syncope ?
- Existe-t-il ou non une cardiopathie (risque de surmortalité) ?
- Existe-t-il des données cliniques importantes orientant vers un diagnostic étiologique ?

Une syncope en rapport avec une origine cardiaque est évoquée devant des antécédents cardiaques, des signes cliniques de cardiopathie ou des signes ECG en faveur d'une arythmie ou un trouble conducteur. Elle peut nécessiter des examens complémentaires spécialisés, tels qu'une échographie, un holter ECG, des explorations invasives. Cette cause est une des seules qui nécessiterait une hospitalisation.

Des examens biologiques ne sont qu'exceptionnellement indiqués.

Le test d'inclinaison est indiqué en cas d'épisode syncopal inexplicé unique dans des contextes à haut risque (comme par exemple la survenue ou risque possible de lésion physique ou avec des conséquences professionnelles) ou des épisodes récurrents en l'absence de cardiopathie organique ou, en présence de cardiopathie organique, après avoir exclu des causes cardiaques de la syncope. [63]. Un pourcentage considérable d'individus normaux ont des résultats faussement positifs aux tests sur table d'inclinaison. [15]

*Etiologie des pertes de connaissance non traumatiques [83]*



*Fréquence des causes syncopales en fonction de l'âge [83]*

**Supplementary Data Table 1** Frequency of the causes of syncope according to age

Age	Source	Reflex (%)	Orthostatic hypotension (%)	Cardiac (%)	Non-syncopal TLOC (%)	Unexplained (%)	Setting
<40 years	Olde Nordkamp <sup>1</sup>	51	2.5	1.1	18	27	ED and chest pain unit
40 – 60 years	Olde Nordkamp <sup>1</sup>	37	6	3	19	34	ED and chest pain unit
<65 years	Del Rosso <sup>2</sup>	68.5	0.5	12	-	19	Cardiology department
>60/65 years	Del Rosso <sup>2</sup>	52	3	34	-	11	Cardiology department
	Ungar <sup>3</sup>	62	8	11	-	14	Geriatric department
	Olde Nordkamp <sup>1</sup>	25	8.5	13	12.5	41	ED and chest pain unit
>75 years	Ungar <sup>3</sup>	36	30	16	-	9	Geriatric department. Note. In a further 8% of patients, the diagnosis was multifactorial or drug-related

ED = emergency department; TLOC = transient loss of consciousness.

Le traitement des syncopes réflexes repose sur des mesures d'éducation thérapeutique (réassurance, éviction du facteur déclenchant), une modification du traitement (c'est d'ailleurs la première mesure à prendre). [82] [85]

La certification médicale d'aptitude à l'exercice de fonctions dans l'environnement aéronautique est problématique pour des sujets atteints de syncope vasovagale car c'est une cause potentielle d'incapacité soudaine, incomplète ou totale, alors qu'aucune pathologie physique sous-jacente ne sera démontrée.

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.

D'après la réglementation européenne :

- en cas de syncope vaso-vagale unique et expliquée le pilote n'aura pas de problème à récupérer son aptitude
- s'ils récidivent ( en général dans les dans les 12 à 24 mois) alors il pourra reprendre après une observation de 6 mois au sol, avec Holter ECG de 24 heures, ECG d'effort, et échographie cardiaque normaux.
- une syncope à l'emporte pièce non expliquée entrainera normalement une inaptitude [43]

Pour établir un parallèle avec les autres métiers de transport, dans la législation françaises des permis de conduire nous notons 2 cas de figure :

- syncope unique sans pathologie sous-jacente : il y a incompatibilité de reprise de la conduite tant que le risque évolutif n'a pas été apprécié par un médecin
- syncope récurrente : il y a une compatibilité avec la conduite selon avis spécialisé. Un avis d'aptitude peut être rendu limité dans le temps. [84]

Donc a fortiori s'il n'est pas autorisé à conduire sa voiture, il peut être légitime d'inciter le pilote à déclarer un événement syncopal à son médecin-examineur.

Toutes les pathologies n'ont pas été énumérées en cardiologie. Au total il faut retenir que tout médecin, qu'il soit généraliste ou non, qui diagnostique quelconque pathologie ou antécédent cardiaque de type : FA, BAV, ES, souffle valvulaire, pericardite, cardiomyopathie congénitale ou non, tachycardie jonctionnelle, Brugada, artériopathie, TVP, EP, tout événement syncopal ( vaso-

vagal ou non)... après avoir pris en charge son patient, devrait lui prescrire un arrêt de travail et l'inciter fortement à contacter et prendre rendez vous en consultation avec son médecin examinateur référent.

En effet un protocole est défini et établi au cas par cas pour chaque pathologie cardiaque et relève des compétences du médecin aéronautique.

Si besoin les informations sont disponibles sur le site de l'EASA dans le document Acceptable Means of Compliance and Guidance Material to Part-MED facilement retrouvable sur Internet.

### **1.1.3. L'appareil pulmonaire**

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 (avion pressurisé ou non) et de l'aptitude du candidat à s'acquitter de ses fonctions au cours d'un vol long et difficile.

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 :

- présence et/ou degré d'atteintes restrictives
- présence et/ou degré d'atteintes obstructives **[15]**

Les tests spirométriques ne sont pas systématiques. Pour un certificat médical de classe 1 et 2, il sera réalisé uniquement si la situation clinique l'exige.

Si un médecin généraliste détecte une des pathologies suivantes, il devra inciter son patient à arrêter temporairement tout exercice de pilotage, prescrire un arrêt de travail si besoin, et expliquer à un patient qu'une spirométrie devra être réalisée avant de pouvoir reprendre quelque activité :

- asthme exigeant un traitement
- atteinte inflammatoire évolutive de l'appareil respiratoire
- sarcoïdose évolutive
- pneumothorax
- intervention de chirurgie thoracique importante
- pneumonectomie **[59]**

Le cliché thoracique, d'après la réglementation européenne, devra être réalisé lors de la visite initiale de classe 1.

Le SAOS sera traité dans la partie relative à la fatigue et aux troubles du sommeil.

### Bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO)

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 épaissement des mucosités, une production abondante d'expectorations et un mauvais rapport entre ventilation et perfusion.

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 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, et ces médications peuvent avoir des effets indésirables qui empêchent d'assumer des fonctions aéronautiques en toute sécurité.

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 après un stade II.

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. [15] [43]

Pour les patients en stade 0, bronchite chronique, un suivi rapproché avec EFR pourra être réalisé.

Au delà du fait que la BPCO est la 4ème cause de décès dans le monde en 2020 [86], le médecin généraliste a donc tout intérêt, comme tout médecin échangeant avec un pilote fumeur, à leur

expliquer qu'une grande majorité des fumeurs quotidiens pourront finir avec une bronchite chronique, et potentiellement perdre leur licence à vie.

## Asthme

L'asthme bronchique est provoqué par l'inflammation des voies respiratoires et se caractérise par des crises aiguës récurrentes, de toux et de dyspnée. Entre les crises, le patient est généralement asymptomatique et a souvent une fonction pulmonaire normale.

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.

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.

Les bêta-agonistes, les théophyllines et l'ipratropium sont souvent utilisés mais ont de 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. [15]

Pour le certificat médical de classe 2 une spirométrie est réalisée si l'asthme nécessite un traitement.

Un candidat asthmatique, s'il est stable sous traitement et que les tests de la fonction respiratoires montrent que les capacités respiratoires ne sont pas altérées pourra obtenir la certification médicale en vue d'être pilote professionnel.

L'asthme doit être cliniquement stable pour pouvoir exercer le métier. L'utilisation des aérosols ou poudres inhalées comme les B2 mimétiques, les corticostéroïdes sont compatibles avec l'exercice du métier. Cependant l'utilisation des stéroïdes oraux ou la théophylline (effets secondaires : tremblements, palpitations,...) en sont incompatibles. Un suivi avec le médecin généraliste, le médecin examinateur ou le médecin du travail est nécessaire.

Le traitement par corticoïdes systémiques rend inapte au pilotage du fait que son emploi signe un asthme sévère, mais aussi du fait de ses effets secondaires. [43]

En pratique le pilote est apte s'il est asymptomatique, avec de rares crises sous traitement par aérosols (même si un traitement uniquement saisonnier par ventoline est nécessaire cela reste acceptable) et l'EFR doit être normale.

Finalement un asthme persistant, stable, contrôlé avec un traitement par aérosols pourra peut-être obtenir son aptitude avec un suivi rapproché et après une présentation au pôle médical pour une expertise aéronautique.

Cependant tout changement thérapeutique par le médecin traitant ou le pneumologue entraînera une inaptitude. Il faudra donc l'orienter, s'il ne le fait pas spontanément, vers son médecin aéronautique.

Pour la tuberculose, la sarcoïdose, les pneumothorax,... les prises en charges sont complexes et requièrent comme souvent une consultation avec des médecins aéronautiques.

Cependant il faut savoir qu'un traitement de pneumothorax par chirurgie (plutôt que drainage) donne les meilleurs résultats en terme de récurrence et donc d'aptitude. Si un patient demande conseil à son médecin traitant celui-ci pourra, s'il y a le choix, le guider vers une chirurgie thoracique si le pilote souhaite retrouver une aptitude quasiment sans restriction.

Les antitussifs contiennent souvent de la codéine, du dextrométhorfan ou de la pseudo-éphédrine, qui eux, ne sont pas compatibles avec la prise des fonctions du pilote. [43]

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. [15]

Les substituts nicotiques sont acceptables pour l'exercice du métier. Cependant les autres médicaments pour le sevrage tabagique comme le bupropion et le varenicline ne sont pas autorisés pendant le pilotage (effet sur le système nerveux central). [43]

#### **1.1.4. L'appareil digestif**

Il faut avoir en tête que le dysbarisme conduit à une augmentation de 20 % du volume des espaces clos, dont fait partie le système digestif. Il faudrait qu'il pilote quel qu'il soit, après une coelioscopie par exemple, reste au sol environ 3 semaines avant de reprendre ses activités. Cela est encore plus vrai pour les activités comme la voltige. La cicatrisation reste un élément clé après toute chirurgie abdominale.

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. [15] [21]

Un seuil de 1 mois d'inaptitude pour une appendicectomie, cholecystectomie ou cure de hernie semble par exemple adéquate.

Pour une coloscopie par exemple, un arrêt plus long que la population générale semble préconisé (par exemple 5 jours).

### Ulcère gastroduodénal

Les pilotes souffrant d'ulcères gastro-duodénaux non compliqués devraient être déclarés inaptes pour toutes les activités aéronautiques tant qu'un traitement allant au-delà du simple régime alimentaire est appliqué.

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. Ces complications rendront a fortiori le pilote inapte dans la plupart des cas. [15] [43]

L'examen et la décision reviendra au médecin examinateur aéronautique.

Cependant les traitements se sont banalisés et cette pathologie est extrêmement courante en médecine générale. Les déclarations sont peu nombreuses en médecine aéronautique lors des consultations pour certificat, alors qu'une inaptitude de quelques semaines devrait être la règle dans certains cas.

Les inhibiteurs de la pompe à protons ou inhibiteurs des sécrétions gastriques ( H2 agonistes comme ranitidine et cimetidine) sont autorisés après après avoir recherché l'étiologie. [43]

Cependant une attention particulière sera observée quant aux potentielles carences de ce traitement notamment en ce qui concerne le fer, la vitamine B12, le calcium et magnésium. [87] [88] [89] [90]

### Reflux gastro-oesophagien

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 est peut être peu pratique pour les pilotes.

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, une sténose, des hémorragies et un endobrachyœsophage (ou œsophage de Barrett) et si les médicaments prescrits n'induisent pas d'effets secondaires importants. [15] [43]

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.

### Lithiase biliaire

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.

Toutefois, les troubles fonctionnels de la vésicule biliaire provoqués par de petits calculs asymptomatiques multiples peuvent provoquer des coliques et, éventuellement, l'incapacité, donc ils sont disqualifiants tant que le candidat n'a pas reçu le traitement adéquat chez les pilotes de classe 2 ou 3. **[15] [43]**

### Hernie

Devant le risque important de complication de hernie, en cas de hernie inguinale, une consultation et une correction chirurgicales doivent être la règle. En effet 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.

**[15]**

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 occlusion, ce qui risque de compromettre la sécurité du vol. Il faudra donc s'assurer que le candidat est complètement exempt de ces derniers types d'hernie.

### Syndrome de l'intestin irritable

Cette pathologie n'est pas rare parmi le personnel aéronautique. Elle peut être aggravée par le changement de conditions environnementales et pourrait mener à une incapacité de gravité variable. 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. **[15]**

Les anti diarrhéiques tels que le loperamide sont compatibles avec l'exercice du métier. Cependant ce sera la la pathologie diarrhéique qui pourrait empêcher la performance du pilote. **[43]**

### RCH, MICI et pancréatites

Recto colites hémorragiques et maladie de Crohn, ainsi que pancréatites sont en général disqualifiantes pour les pilotes professionnels.

Pour les pilotes privés la réglementation est moins stricte pour les MICI et RCH. Les traitements ont des nombreux effets secondaires et des associations avec des spondylarthropathies existent. De plus ces maladies intestinales peuvent atteindre un stade plus ou moins sévère en fonction des patients. Ces facteurs seront à prendre en compte par le médecin aéronautique pour une présentation

au pôle médical. Dans tous les cas le médecin généraliste donnera le conseil à son patient de se présenter rapidement vers son médecin référent. [29]

### **1.1.5. Endocrinologie**

Chez les pilotes, la question la plus importante que doit se poser le médecin est de savoir si cette maladie ou son traitement est de nature à affecter la performance.

#### Hypo et hyperthyroïdies

Pour des candidats atteints d'hypo ou hyperthyroïdie, la délivrance d'une attestation médicale de quelque classe que ce soit peut être envisagée s'ils sont euthyroïdiens (depuis au moins deux ou trois mois d'après le règlement international). [29]

L'usage continu d'antithyroïdiens (Carbimazole) est généralement bien toléré et les effets secondaires sont rares et ne devraient pas constituer une cause d'exclusion de fonctions sensibles en termes de sécurité. Mais une inaptitude de quelques mois (3 mois) devrait être respectée en cas d'un tel traitement afin d'écartier tout effet secondaire incapacitant et obtenir une stabilisée.

Ainsi la découverte d'une pathologie thyroïdienne par le médecin généraliste peut paraître anodine mais elle nécessitera un arrêt des activités d'ordre aéronautiques.

Pour une hypothyroïdie l'introduction du levothyrox donnera lieu à un dosage sanguin des hormones thyroïdiennes au minimum après 4 ou 6 semaines. De plus le suivi sera en général mis en place par le médecin généraliste puisque le médecin aéronautique de classe 2 ne peut pas être le médecin traitant. Si lors d'un contrôle il y a nécessité d'augmenter les hormones thyroïdiennes, un arrêt des activités sera également préconisé à cause du risque d'augmentation du métabolisme et du rythme cardiaque en vol. Il faudra également doser la T4 en plus de la TSH pour remettre apte un candidat.

#### Maladies hypophysaires, Addison, Cushing

L'insuffisance hypophysaire ou son hyperfonctionnement, le syndrome de Conn, le phéochromocytome sont clairement incompatibles avec l'exercice de fonctions aéronautiques. Des exceptions seront faites avec des conditions strictes qu'il conviendra d'analyser avec son médecin examinateur. [15]

Pour la maladie d'Addison le médecin généraliste devrait considérer le patient comme inapte dans un premier temps et l'adresser à son médecin aéronautique. Pour information le pilote pourrait obtenir une aptitude avec restriction OML. [43]

Toutes les autres pathologies endocriniennes : Cushing, acromégalie, ... feront l'objet d'un arrêt des activités aéronautiques et d'investigations par des médecins aéronautiques experts.

### Obésité

L'obésité pose évidemment problème en aéronautique au niveau médical. Il y associe un risque CV plus élevé, des SAOS plus nombreux et des thérapeutiques avec des effets secondaires fréquents à court ou long terme (Acomplia, Sibutral voire Mediator retirés dans les années 2010).

D'un point de vue ergonomique, il peut être rappelé au patient que son obésité pourrait ne pas lui permettre de s'installer et sortir d'un avion, notamment pour les pilotes d'avions plus petits (ULM, pilotes privés)

L'EASA recommande pour les personnes avec IMC > 35 d'explorer dans un premier temps les risques liés au surpoids avant de pouvoir déclarer apte un candidat ( appareil cardio- vasculaire, éliminer un SAOS, ...). [43]

Il faut également prévenir un tel patient que le syndrome métabolique augmente le risque de diabète par 10 et CV par 2 à 5. Ces risques en terme d'inaptitude sont bien supérieurs à l'obésité isolée puisqu'ils pourraient tout simplement perdre leur licence du fait de ces 2 pathologies.

### Diabète sucré

La prévalence du diabète de type 2 est en constante augmentation en France, en Europe, et dans le monde.

Quelques détails sur le diabète semblent nécessaires dans cette thèse afin d'offrir au médecin généraliste quelques outils pour les décisions de prise en charge de tout pilote dans le cadre de cette pathologie.

Par exemple, si un patient diabétique insulino- dépendant, bien équilibré, et pilote d'ULM venait en consultation de médecine générale pour un certificat de non contre -indication à cette pratique... quelles seraient les stratégies de prise en charge ?

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 ait été effectué et qu'une décision prise

sur la base des rapports pertinents du diabétologue ou médecin traitant. Notamment ils devront démontrer que la glycémie est sous contrôle avant de retrouver l'aptitude.

Pour un diabétique non insulino-dépendant, le contrôle devra être réalisé à l'aide d'un régime alimentaire seul ou combiné à la prise de médicaments antidiabétiques ne les empêchant pas d'exercer avec sécurité les privilèges de leur licence et de leurs qualifications.

Que ce soit pour le certificat de classe 1 ou 2 l'aptitude sera déterminée en concertation avec l'autorité de délivrance des licences ( DSAC-PN).

Malheureusement le patient nécessitant de l'insuline, qu'il soit diabétique de type 1 ou 2, contrôlé ou non, sera déclaré inapte. [15] [43] [59]

Chez les pilotes diabétiques, le risque peut être divisé en :

- risque intrinsèque au diabète sucré (le principal) : maladie cardiovasculaire, problèmes oculaires (diminution des performances du pilote), néphropathie et une neuropathie. A noter qu'une atteinte du système nerveux autonome est majorée avec l'altitude (gastroparésie, hypotension orthostatique,...).
- en risque iatrogène dû à l'intervention thérapeutique : la seule complication iatrogène significative ayant des incidences profondes sur l'aviation est l'hypoglycémie

Comme l'hypoglycémie est une source de préoccupation majeure dans l'environnement aéronautique, il est vital de pratiquer une évaluation précise du risque. C'est pourquoi quelques données sur l'incidence de l'hypoglycémie parmi les patients de type 1 et de type 2 ont pu être relevées.

Il va être énuméré succinctement les différents traitements anti diabétiques de façon à ce qu'un médecin généraliste, s'il est amené à modifier un traitement dans cette population, évite d'introduire un traitement qui sera quelques semaines plus tard retiré par le médecin examinateur, ou pire, qui entrainera chez le pilote une hypoglycémie en vol, surtout s'il est en configuration monopilote.

A noter que les pilotes professionnels peuvent avoir un facteur de risque supplémentaire de déclarer un diabète de type 2 par leur mode de vie : position assise, sans mobilisation dans un cockpit, décalage horaire, décalage des repas, ...

#### Le suivi d'un pilote diabétique sous régime alimentaire seul

La préoccupation principale est le système vasculaire. Pour qu'un diabétique dont la glycémie est maîtrisée par un régime puisse être à nouveau déclaré apte 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.

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 diabétologue ou du médecin traitant. [15]

#### Maîtrise du diabète par les biguanides

Les pilotes traités à la metformine tendent à être en surpoids. Elle ne provoque pas d'hypoglycémie mais induit un risque extrêmement faible d'acidose métabolique, acceptable chez des pilotes bien sélectionnés. 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 pour les pilotes professionnels. Il n'y a a priori pas de restriction avec ce traitement pour un pilote avec certificat médical de classe 2. [15] [43]

#### Maîtrise du diabète par sulfamides hypoglycémiantes et glinides

Chez les diabétiques, l'incidence de l'hypoglycémie liée à la prise de sulfamides hypoglycémiantes (sulphonylurées) ne respecte pas tout à fait le niveau de 1 % par an mentionné plus tôt dans cette thèse. En conséquence, il n'est pas envisageable de renouveler la certification de ces pilotes pour des opérations de transport public, ni pour des pilotes souhaitant obtenir un certificat médical de classe 2. Les sulfamides hypoglycémiantes comprennent notamment le gliclazide (Diamicron), le glibenclamide (Daonil), glipizide (Ozidia).

Les glinides (Répaglinide) abaissent fortement la glycémie en stimulant la sécrétion d'insuline par le pancréas, un effet qui dépend du bon fonctionnement des cellules  $\beta$  des îlots pancréatiques. Ils peuvent en tant que insulino-sécrétagogues induire une hypoglycémie. [15] [43]

A noter que les réponses post-prandiales de sécrétion d'insuline et de peptide-C continuent à être majorées après au moins 6 mois de traitement. [91] [92] [93]

Par conséquent ces traitements ne seront pas appropriés pour des patient s'exerçant au pilotage.

### Le traitement avec les incrétinomimétiques (inhibiteurs de la DPP-4 ou gliptines ; analogues du GLP-1)

Les incrétines (sitagliptine et vildagliptine) sont des inhibiteurs de la dipeptidyl peptidase-4 (DPP-4) et exénatide (analogue du GLP-1).

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.

Les médicaments qui agissent sur la voie de l'incrétine en combinaison avec des biguanides peuvent être acceptables pour une certification avec limitation OML pour les pilotes professionnels, et une certification sans restriction pour un certificat médical de classe 2. [15] [43]

### Traitement avec inhibiteurs de l'alpha-glucosidase

L'activité s'exerce dans le tractus digestif. L'acarbose agit par inhibition compétitive des enzymes intestinales ( $\alpha$ -glucosidases) impliquées dans la dégradation des disaccharides, oligosaccharides et polysaccharides, entraînant un retard dose-dépendant de l'absorption de ces hydrates de carbones.

Les alpha-glucosidase (Acarbose, Diastabol) en monothérapie, n'entraînent pas d'hypoglycémie et une altération de la capacité à conduire des véhicules ou utiliser des machines n'est pas attendue.

[94]

Les inhibiteurs de l'alpha-glucosidase, sont acceptables en complément d'un régime. [15]

### Les cibles thérapeutiques

Les valeurs métaboliques cibles chez le pilote diabétiques sont : à jeun < 1,2 g/L, pic post-prandial < 1,6 g/L, HbA1c < 7,0 %. [15] [43]

Ce chiffre d'HbA1C est volontairement élevé car le risque est l'hypoglycémie pour le pilote.

Ainsi le médecin généraliste qui estime qu'une hémoglobine glyquée à 7,2 % chez un patient de 75 ans n'est pas si catastrophique devra savoir que ce patient ne peut pas récupérer d'aptitude au pilotage. Normalement une présentation au pôle médical de la DSAC peut être faite idéalement sous 7 %.

### Evaluation des candidats atteints de diabète de type 2 sous insulinothérapie

Atteindre et maintenir une glycémie quasi normale constitue un objectif majeur de la gestion des patients atteints de diabète sucré, dont les complications micro-vasculaires sont alors réduites. Toutefois, l'amélioration de la maîtrise de la glycémie a pour conséquence clinique une

augmentation de la fréquence de l'hypoglycémie, qui est un sujet de préoccupation dans l'évaluation du risque des membres d'équipage diabétiques. [95]

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 dans certains pays. Même si aujourd'hui un pilote en France ne peut pas piloter sous insuline, tout comme il y a quelques années il ne pouvait pas voler sous anticoagulants, la législation pourrait être amenée à changer.

Aujourd'hui les méthodes pour réguler la glycémie se développent avec un grand nombre d'outils : freestyle, pompe à insuline, etc. Cela permet de maintenir une glycémie dans une fourchette acceptable et peut rendre les hypoglycémies moins fréquentes.

Il existe aujourd'hui deux catégories de dispositifs sans fils permettant un monitoring glycémique :

- les systèmes CGMS (Continuous Glucose Monitoring System) existants depuis fin 1990 qui offrent une transmission continue (tubulure avec cachéter)
- le glucomètre Flash qui nécessite un scan de l'émetteur comme le Freestyle libre (FGM pour Flash glucose monitoring). Ce dernier envoie les données à un récepteur (l'écran du téléphone, un lecteur dédié ou la pompe à insuline). [96]

L'expérience montre que le meilleur déterminant du choix est sans doute la préférence du patient. Du point de vue pratique (simplicité d'emploi, absence de calibration et facilité du système d'insertion), le FGM (Freestyle libre) devance les CGMS, mais les concurrents s'adaptent. Chez les patients souffrant d'une insensibilité aux hypoglycémies, les CGMS permettent de réduire le nombre et la durée des hypoglycémies et plus efficacement qu'avec un FGM. [97] [98]

Le système le plus abouti pour limiter les hypoglycémies, tant en nombre qu'en sévérité, est le système minimize hypo de Medtronic qui fonctionne avec un CGMS couplé à la pompe à insuline. Il s'agit de la première étape avant le pancréas artificiel basé sur un algorithme prédictif stoppant la délivrance d'insuline avant la survenue d'hypoglycémie. Il fonctionne aussi chez les enfants mais après un enseignement approprié. [99]

Bien que l'Annexe 1 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 relative à la « latitude d'application » du règlement international, autorisent ces candidats à exercer les privilèges de leur licence et d'autres pourraient envisager d'en faire autant. Ce n'est pour l'instant pas le cas l'Europe.

A titre d'exemple au Royaume-Uni, environ 1 à 2 pilotes professionnels sur 20 000 par an ne répondent pas bien au traitement par agents hypoglycémisants oraux et ont besoin d'insuline, et il est possible que ces chiffres se rencontrent aussi en France. [15]

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.

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, il peut être relevé une occurrence fréquente d'hypoglycémie biochimique asymptomatique (qui ne peut être mise en évidence qu'en cas de mesure fréquente de la glycémie), notamment pendant le sommeil. [15]

Les effets négatifs de l'hypoglycémie sur la fonction cognitive dans le diabète de type 1 ont été étudiés par plusieurs scientifiques :

- Holmes (1983, 1986) puis Herold (1985) : ils ont retrouvé que l'attention et les performances psychomotrices mesurées par le temps de réaction et la rapidité à réaliser une action simple étaient ralenties si le sujet n'était pas normoglycémique. Les performances étaient moins diminuées en hyperglycémie (3,00 g/L) qu'en hypoglycémie (0,60 g/L). [100] [101]
- Pramming (1986) : a observé une baisse des facultés psychomotrices pendant les périodes d'hypoglycémies, qu'elles soient symptomatiques ou non [102]
- Cox et al. en 1993 ont observé dans un simulateur de conduite 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. [103]

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.

D'ailleurs toutes les autres activités à responsabilité ou de transport pourraient se révéler dangereuses avec une insulinothérapie.

L'insulinothérapie n'a pas forcément les mêmes impacts chez un diabétique de type 1 ou chez un diabétique de type 2 insulino-dépendant.

Dans l'étude de Cox et al. de 2003 les sujets diabétiques de type 1 ont significativement rapporté plus d'accidents de voiture, de violation du code de la route, de nécessité d'assistance en comparaison aux sujets diabétiques de type 2 ou aux sujets controls (il n'y avait pas de différence

significative entre ces deux derniers groupes, même si les sujets diabétiques de type 2 utilisent de l'insuline).

Les accidents chez les sujets diabétiques de type 1 étaient associés à des épisodes symptomatiques d'hypoglycémie plus fréquents, à un contrôle glycémique moins fréquent avant de prendre le volant, et à une utilisation d'injection d'insuline par rapport à la présence d'une pompe à insuline.

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. [104]

Une étude rétrospective a été réalisée par MacLeod et al. (1993) pour mesurer la fréquence d'une hypoglycémie sévère induite par l'insuline sur 600 patients diabétiques insulino-dépendants.

175 des 600 patients (29,2 %) ont reporté un total de 964 épisodes d'hypoglycémie sévère dans l'année qui précédait (ce qui donne une moyenne de 1,6 épisode par patient par an). La fréquence de cette hypoglycémie sévère chez les diabétiques de type 1 était plus de deux fois plus grande que celle des diabétiques de type 2 sous insulinothérapie (1,7 contre 0,73 épisode par patient et par année). [105]

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 sulphonylurées 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 et si > 15 ans : 3,2 épisodes par sujet-année). [15]

Plusieurs facteurs peuvent expliquer pourquoi des diabétiques de type 2 sont moins sujets à des épisodes d'hypoglycémie sévère.

Normalement chez un pilote non diabétique, 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. 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 (0,6 g/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 adrénérgiques, ce qui crée une situation de « non-conscience de l'hypoglycémie ».

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. dans tous les pays. [15]

La situation est quelque peu différente dans le diabète de type 2 car

- bien que les réactions basées sur le glucagon soient généralement entravées, les réponses faisant appel aux catécholamines sont habituellement normales, voire accrues
- les patients sont insulino-résistants
- ils ont une fonction persistante des cellules  $\beta$ . 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.
- 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. [106]

Le protocole de l'OACI stipule que 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 lors de l'évaluation initiale :

- Taux de peptide C stimulé > 25 % de la norme
- Aucun épisode précédent d'hypoglycémie requérant l'intervention d'un tiers et absence d'indice de non-perception de l'hypoglycémie
- Stabilité de la maîtrise de la glycémie : HbA1c satisfaisant moins de 7 - 8 %
- Auto-contrôle adéquat avec glucomètre à puce
- Bonne sensibilisation au diabète et bonne compréhension de la maladie
- le rapport du médecin traitant confirmant l'absence de complications liées au diabète, notamment de complications rénales et oculaires annuellement

- 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. [15]

Un groupe de travail de la SOFRAMAS s'est penché sur la question éthique vis-à-vis de l'insulinothérapie. Celle-ci n'est pour eux pas médicalement acceptable à bord des cockpits pour le moment. Ils estiment que son acceptation forcée par l'EASA sous la pression britannique pourrait entraîner des conséquences sournoises en médecine aéronautique car le risque d'hypoglycémie lié à l'insuline entraînerait une hypoglycémie généralement complètement incapacitante. [107]

Concernant l'insuline la réglementation est en constante évolution : les antidépresseurs tout comme les anticoagulants oraux sont désormais acceptés sous certaines conditions dans les cockpits. Cela n'enlève en rien le risque d'incapacité du pilote sur un effet secondaire. D'ailleurs un bon nombre d'accidents d'avions, chez les pilotes privés, restent de cause inconnue, faute d'enregistreurs de vol. Peut-être que la cause médicamenteuse n'y est pas anodine.

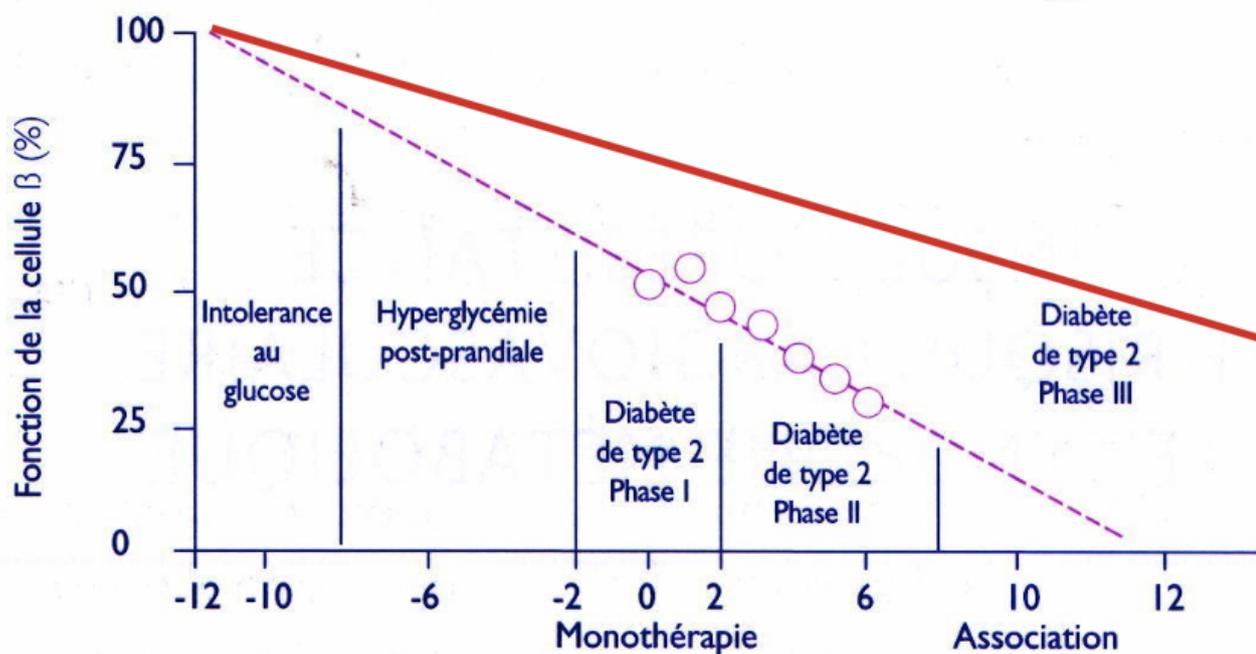
Ainsi les Anglais ont tenté de réaliser un protocole pour des patients traités par insuline. Celui-ci a été critiqué sur le point de vue éthique et déontologique par le Conseil National de L'ordre des médecins en France.

Aux Etats-Unis les pilotes privés peuvent voler sous insuline. Les études pour le moment n'ont pas conclu à un risque de crash supérieur, cependant la durée moyenne de maintien de leur aptitude était de 3 ans ( hypoglycémie, complications, comorbidités,...). [108]

Un protocole a été proposé au 21ème Congrès de Médecine aérospatiale de Megève en juillet 2019 par le Pr. Michel Cupa. pour les pilotes français sous insuline. Celui-ci n'a pas encore abouti mais est en cours de discussion.

Le diabète reste une pathologie très fréquente, probablement plus importante chez les pilotes privés que professionnels (âge, sensibilisation,...) et l'apparition de la dépendance à l'insuline peut-être prévenue.

La médecin généraliste pourrait donc insister, dès les premiers symptômes, sur la prévention du risque de diabète chez un patient s'exerçant au pilotage. Il pourrait appuyer ses propos sur le fait qu'en moyenne, à la découverte du diabète, 50 % des fonctions des cellules B de Langerhans ont déjà été détruites. L'objectif est de retarder le plus possible l'apparition de l'insuline-dépendance, fatale à la potentielle certification médicale de toute classe. Ces patients sont sensés être intellectuellement pré-disposés à comprendre les enjeux d'une telle prévention.



Pour résumer, hormis le maintien des règles hygiéno-diététiques chez un patient diabétique de type 2, quelques médicaments peuvent être introduits pour éviter l'apparition de complications macro et micro vasculaires. Parmi eux, et sous réserve d'une bonne tolérance, les biguanides, des inhibiteurs alpha-glucosidase, les inhibiteurs DPP-4 et les agonistes des récepteurs GLP1 peuvent être compatibles avec la reprise de l'activité aéronautique chez un pilote. Au contraire, à cause du risque d'hypoglycémie induite, l'insuline, les sulfamides hypoglycémiants et des glinides ne le permettent pas.

La problématique est qu'aujourd'hui, les recommandations de la HAS donnent un traitement anti-diabétique avec, en première intention la metformine, puis en deuxième intention les sulfamides hypoglycémiants ou les répaglinides... Les inhibiteurs alpha-glucosidase, les inhibiteurs DPP-4 et les agonistes des récepteurs GLP1 n'arrivent qu'en troisième position, avant l'insuline.

Une nouvelle famille thérapeutique existe comme les glyflozines ou inhibiteurs de la SGLT2. Bien qu'il y ait un faible recul depuis leurs mises sur le marché, ils ne présentent pas de risque d'hypoglycémie et devraient permettre le vol. [110]

## **1.1.6. Hématologie**

### Anémie

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. 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 d'après l'OACI.

Un hémocrite sous 32 % rend également le pilote inapte.

Les chiffres ne sont pas forcément donnés par la réglementation européenne car le seuil est fonction de l'hémoglobine de base. Ils laissent la décision en fonction du contexte clinique.

Les traits drépanocytaires et traits thalassémiques ne sont pas considérés comme un motif d'inaptitude. [15] [43]

### Thrombocytopénie

Les candidats ayant une thrombocytopénie inférieure à 75 000/mm<sup>3</sup> (75 x 10<sup>9</sup>/L) sont inaptes pour toute certification. [43]

### Troubles de la coagulation

Les candidats souffrant d'un trouble héréditaire de la coagulation ou ayant des antécédents de facteurs de remplacement devraient normalement être jugés inaptes (peut être envisagée pour des cas légers d'hémophilie).

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. [15]

### 1.1.7. Appareil urinaire

Toutes séquelles de maladie ou d'intervention chirurgicale intéressant les reins et les voies urinaires qui risquerait d'exposer le candidat à une défaillance subite sont disqualifiantes pour les fonctions aéronautiques.

#### Coliques néphrétiques

La colique néphrétique est aussi fréquente chez les personnels navigants que dans la population générale d'après certaines études. Les facteurs aéronautiques sont favorisants : accélérations, vibrations, sécheresse, défaut d'hydratation par crainte d'uriner trop fréquemment...

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 pour investigations et jusqu'à la guérison. [15] [43]

De plus des complications ou séquelles devraient être recherchées avant la reprise d'une aptitude. Notamment il est nécessaire d'avoir 1 mois de recul post-lithotritie pour éliminer la présence de calculs résiduels. Le bilan biologique sanguin avec urines des 24 heures doit être réalisé à 1 mois pour éliminer les facteurs de récurrence de CN.

L'ECBU post-ureteroscopie devrait être réalisé pour éliminer un caillottage sanguin post-intervention chirurgicale.

D'après la réglementation européenne il serait nécessaire d'intervenir chirurgicalement sur un calcul de plus de 5mm. Or les douleurs peuvent arriver dès 3 mm de diamètre...donc en général à partir de cette taille une présentation au pôle médical est préconisée.

Hors traitement spécifique de la lithiase urinaire, 50 % des calculs récidivent à 5 ans et 70 % à 10 ans. Ce type d'évolution justifie de rechercher, et ceci de façon approfondie, un ou plusieurs des facteurs connus de la lithogénèse et de les corriger. [15] [111]

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.

Une présentation du dossier du patient au pôle médical de la DGAC est en général préconisée avant la reprise de ses activités. Toute colique néphrétique doit donc absolument être suivie d'une consultation avec le médecin aéronautique. Même si le pilote est tenu de le réaliser de lui même (MED A.020) le médecin généraliste pourrait relayer ce conseil pour tout pilote.

### Incontinence

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.

Les anticholinergiques sont utilisés pour leurs effets relaxants directs sur le détrusor. 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, fatigue, constipation, voire, dans de rares cas, une tachycardie supraventriculaire, et ils exacerbent le glaucome à angle fermé (donc sont contre-indiqués chez les patients atteints de ce type de glaucome). [15]

### Infections urinaires

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 secondaire au traitement antibiotique
- Stabilité hémodynamique totale
- Les examens de contrôle révèlent une éradication complète de tout organisme pathogène en cas d'infection urinaire récidivante
- Dans les infections avec complications, une consultation urologique complète pour détecter toute anomalie anatomique ou autre.
- Un patient présentant une affection des voies urinaires qui a une forte probabilité de récurrences d'infections urinaires avec déclenchement rapide des symptômes devrait être exclu des fonctions aéronautiques jusqu'à résolution du problème. [15]

Ces pathologies sont très fréquentes et un passage chez le médecin aéronautique en urgence n'est pas habituel et non adéquat. La prise en charge sera du ressort du médecin traitant ou de l'urgentiste.

### Anomalies anatomiques

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.

Hydrocèle, spermatoçèle et hernie se prêtent à une prise en charge conservatrice si elles sont asymptomatiques. [15]

### Pathologies prostatiques

L'hyperplasie prostatique bénigne touche près de 50 % des hommes entre 51 et 60 ans (90 % des plus de 80 ans).

Il peut être nécessaire de déclarer inapte 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.

En raison de leurs effets secondaires (notamment l'hypotension orthostatique), les alpha-bloquants sont, de tous les médicaments mentionnés, les moins compatibles avec l'exercice de fonctions aéronautiques ( et encore moins pour les pilotes pratiquant de la voltige aérienne).

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.

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. [15]

Par ailleurs la protéinurie devrait toujours inciter à procéder à des examens médicaux complémentaires, mais elle ne devrait pas, à elle seule, entraîner l'inaptitude. [43]

Les médicaments utilisés pour la dysfonction érectile peuvent engendrer un trouble de la vision des couleurs et des vertiges. Il doit y avoir au moins 6 heures entre la prise du sildénafil et l'exercice du pilotage ( 36 heures pour le tadalafil et vardenafil). [43]

### **1.1.8. Gyneco- obstétrique**

Les voyageurs sont de plus en plus nombreux. Ceci est valable pour les passagers mais aussi pour les personnels navigants. Environ 80% des PNC sont des femmes dont 60% sont en âge de procréer. Parmi les pilotes civils 5% sont des femmes.

## Grossesse

La cabine de l'avion donne un environnement légèrement hypoxique qui n'a pas d'impact pour la femme elle-même. Concernant le fœtus, les risques sont moindres car il présente une saturation de base plus basse et son hémoglobine fœtale fixe plus fortement l'oxygène.

Compte tenu de données montrant une baisse de la perfusion de l'artère utérine chez la femme enceinte en cours de vol, il conviendra donc d'être particulièrement prudent en cas facteurs de risque ou de situations avérée de la lignée pré éclamptique au sens large (HTA isolée, croissance fœtale suboptimale...).

Les mesures contre les maladies thrombo-emboliques devraient être d'autant plus respectées. [112]

Une revue de la littérature récente réalisée par Magann et al rapporte que les risques de fausse couche spontanée exploré seulement chez le personnel naviguant et non pas chez les passagères n'était pas augmenté. Par contre dans cette même population le taux de MFIU l'était. Les passagers aériens comparés à des contrôles avaient un plus fort risque d'accouchement prématuré, ceci n'a pas été retrouvé chez le personnel naviguant. Ce risque d'accouchement prématuré est probablement la résultante de plusieurs facteurs incluant au-delà du vol lui-même la fatigue induite par le port de bagages, la queue aux guichets d'enregistrement, etc... [113]

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 et dans ce cas il est recommandé que la déclaration d'aptitude soit limitée à la fin de la 26e semaine de gestation. ( risques d'anémie, de thrombose..) pour les certificats médicaux de classe 1 ou 2.

Cependant dès que la grossesse est confirmée, la patiente pilote professionnelle devrait se présenter au médecin-examineur désigné afin qu'il lui appose la restriction OML sur son certificat médical de classe 1. [59]

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 médicale et qu'il a été déterminé qu'elle peut exercer avec sécurité les privilèges de sa licence ou de ses qualifications.

Par ailleurs l'avortement spontané et provoqué (par aspiration, par dilatation et curetage, ou par médicaments) impliquera dans la majorité des cas une période d'inaptitude de moins d'une semaine car ces procédures sont en général très sûres.

A titre d'information une liste de contre-indications aux voyages aériens en cours de grossesse a tenté d'être répertoriée. Elle ne fait pas office de consensus mais pourra aider le médecin généraliste

pour ses décisions et conseils dans la pratique quotidienne, que ce soit pour les pilotes ou bien des patients souhaitant réaliser un voyage.

La liste est la suivante :

- 1er trimestre : grossesse non localisée ou GEU, métrorragie, antécédent de FCS à répétition, vomissements incoercibles...
- 2ème trimestre : modifications cervicales, antécédent de fausse couche tardive ou d'accouchement très prématuré, placenta praevia, grossesse multiples
- 3ème trimestre : modifications cervicales, antécédent de fausse couche tardive ou d'accouchement prématuré, placenta praevia, grossesses multiples
- A l'approche du terme : 35 semaines d'aménorrhée peut être considéré comme une limite

De plus il faudrait exclure une grossesse avec toute complication, un antécédent d'accouchement rapide et précoce dans le terme, un diabète déséquilibré, une HTA et porter une attention particulière à la drépanocytose et au trait drépanocytaire. [112]

#### Autres

Une intervention majeure de chirurgie gynécologique entraînera 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.

Les pilules oestro progestatives sont compatibles avec l'exercice du pilotage. [43]

### **1.1.9. Ostéo- articulaire**

Face à des lombalgies ou arthrites l'aptitude médicale devrait être déterminée en fonction du degré de récupération fonctionnelle et du risque de récurrence susceptible de provoquer une incapacité soudaine. ( par exemple pour une crise de goutte le traitement anti uricémique devra être en place). [43]

### **1.1.10. Neurologie**

#### Céphalées

La migraine est une affection courante (touchant 17 % des femmes et 10 % des hommes), et de fait c'est un problème fréquent parmi les candidats à une certification aéromédicale. [114]

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. De plus il faut évaluer l'aura car 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.

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.

S'il est prouvé de manière satisfaisante qu'un traitement avec des médicaments acceptables a été fructueux, une certification médicale peut être possible.

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. **[15] [43]**

Toutes les autres céphalées, notamment les céphalées chroniques quotidiennes vont induire une distraction et un inconfort, et peuvent être traitées au moyen d'opiacés, 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.

Les critères pour le rétablissement de son attestation médicale seront vus avec le médecin examinateur. 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.

**[15] [43]**

### Épilepsie

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. A noter que jusqu'à 40 % des épileptiques ont des électroencéphalogrammes normaux. **[15]**

L'existence d'un trouble épileptique ou d'antécédents de type épileptique est disqualifiante pour toutes les classes de certification médicale.

Des exceptions seront faites comme lors des crises symptomatiques aiguës (par exemple liées à une hyponatrémie) n'annoncent en rien un potentiel épileptique chronique et sont compatibles avec une certification médicale.

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. Cela sera du recours des médecins examinateurs également.

### AVC et TCC

Pour ce qui est de l'AVC 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.

Le traumatisme crânien cérébral (TCC) est une cause majeure de handicap neurologique chez les titulaires de licence. La plupart des traumatismes crâniens ne provoquent pas de traumatisme cérébral.

Un TCC peut produire différents types de séquelles :

- syndrome post-commotion cérébrale : une certification médicale peut être envisagée dans les 3 à 6 mois d'observation sans symptômes.
- déficit neurologique focal : il faudra une résolution complète des symptômes
- altérations cognitives résiduelles
- épilepsie post-traumatique (EPT) : après un TCC, une période d'observation est souvent imposée avant une certification médicale, car le risque d'EPT diminue au fil du temps. [15]

### **1.1.11. Ophtalmologie**

La complexité des stimuli sensoriels de l'environnement aérien (ambiances lumineuses, illuminations laser, vols de nuit, bruit dans le cockpit, illusions neuro-sensorielles...) confère à l'examen ophtalmologique et oto-rhino-laryngologique une importance fondamentale. [44]

#### Acuité visuelle

Etant donné la grande vitesse des avions modernes, notamment 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.

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 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. **[15]**

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 : l'hypoxie réduit le champ visuel périphérique et agrandit la tache de Mariotte normale (5000 pieds d'altitude)
- c) l'éclairage insuffisant du poste de pilotage
- d) l'éblouissement : par sources lumineuses, tant naturelles qu'artificielles ( donneront scotomes centraux)
- e) l'accélération
- f) les vibrations
- g) les mauvaises conditions ergonomiques
- h) la détérioration de l'environnement de la cabine. **[15] [40]**

Une question qui revient assez régulièrement est de savoir quelles sont les conditions de vision que les pilotes professionnels doivent remplir ? Porter des lunettes est-il éliminatoire ?

Un médecin généraliste pourrait tout simplement renvoyer vers un médecin ayant la capacité aéronautique pour répondre à ces questions précises et ainsi empêcher le futur pilote de partir sur une formation alors qu'il n'en a pas les capacités physiques.

Pour les candidats à la classe 1, l'acuité visuelle à distance avec ou sans correction sera égale au moins à 6/9 (7/10) pour chaque œil pris séparément et l'acuité visuelle binoculaire sera égale au moins à 6/6 (soit 10/10).

Pour la classe 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 lentilles de contact sont autorisées. **[59]**

Pour ce qui est de la réfraction une attestation médicales pourra être donnée si :

- l'hypermétropie ne dépasse pas +5 dioptries
- la myopie n'excède pas -6 dioptries
- l'astigmatisme et l'anisométrie : 2 dioptries **[43]**

Si la norme d'acuité visuelle à distance ou de près 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. Celles-ci améliorent le champ visuel par rapport aux lunettes et apportent globalement une meilleure fonction visuelle. Une paire de lunettes correctrices appropriées de réserve doit être à portée de main. [15]

Les candidats qui ont subi une chirurgie réfractive, par exemple une kératotomie ou un traitement au LASIK, peuvent être jugés aptes s'ils sont exempts des séquelles qui sont susceptibles de les empêcher d'exercer avec sécurité les privilèges de leur licence. Cependant une période de 2 mois au sol est imposée pour éliminer tout effet secondaire chirurgical.

Certains États, notamment en Europe, et certaines compagnies aériennes ont des exigences plus strictes. [40]

Par conséquent si un candidat demandait à son médecin traitant la possibilité de réaliser une chirurgie, celui-ci pourrait se voir répondre qu'une telle chirurgie l'exempterait potentiellement de toute licence de pilotage, même de loisir, mais ce risque d'effet secondaire reste très faible. Cependant une règle reste très importante chez le presbyte : toute chirurgie de la cornée rendra un pilote de classe 1 et 2 inapte définitivement devant le risque important d'effets secondaires.

### Vision des couleurs

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. [40]

Le test d'Ishihara est réussi si les 15 premières plaques sur 24 sont identifiées sans défaut. [43]

Le candidat qui n'obtient pas un résultat satisfaisant à l'épreuve de vision des couleurs sera déclaré inapte, sauf pour l'attestation médicale de classe 2 avec la restriction suivante : valable uniquement le jour en VFR. [40]

A noter que les planches retrouvées sur les applications des téléphones ne sont pas valables.

Par ailleurs tout strabisme et toute perte d'une fraction du champ visuel entraînera naturellement une consultation en médecine aéronautique.

### Impact des UV sur la vision

Les effets délétères du soleil sont dus aux radiations solaires, dont les UVA et UVB. Les UVB sont principalement responsables de l'érythème solaire, des coups de soleil et des carcinomes spinocellulaires. Les autres effets indésirables des radiations UV sont le vieillissement cutané

accéléralé, les réactions allergiques, la kératose actinique, le carcinome basocellulaire et le mélanome. [114] 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. [15] Cependant les impacts des UV sur la vision ne sont pas inexistantes et 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 est transmise à travers une vitre de poste de pilotage de 3 cm d'épaisseur. 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. 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. [15]

### 1.1.12. ORL

Si le médecin généraliste constate qu'un patient présente au cours d'un examen clinique l'un des troubles suivants, alors il pourra l'orienter vers son médecin aéronautique pour effectuer un examen approfondi :

- processus pathologique évolutif, aigu ou chronique, de l'oreille interne ou de l'oreille moyenne
- perforation non cicatrisée ou dysfonction d'une membrane tympanique
- troubles de la fonction vestibulaire
- limitation notable de la perméabilité des voies nasales
- dysfonctionnement des sinus
- malformation notable ou infection importante, significative, aiguë ou chronique, de la cavité buccale ou des voies aériennes supérieures
- trouble significatif de l'élocution ou de la voix (les candidats qui souffrent de bégaiement ou d'un autre défaut d'élocution assez marqué pour gêner les communications vocales seront déclarés inaptes). [59]

#### Conditions des tests d'audition

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. Ainsi

ces gammes de fréquences devront être testées spécifiquement pour un compte rendu chez une personne s'exerçant au pilotage. Dans le cas contraire le test serait à refaire...

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.

Il est recommandé que les candidats à une attestation médicale de classe 2 subissent un test d'audiométrie au moins tous les deux ans après l'âge de 50 ans.

Lors des examens médicaux, à défaut de test audiométrique, les candidats subiront des épreuves à la voix chuchotée et à la voix parlée dans une pièce silencieuse.

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. [15]

Un médecin généraliste devra prêter une attention particulière pour les pilotes s'exerçant à la pratique du pilotage, particulièrement pour les pilotes prisés, ou ULM qui seront bien plus exposés au bruit que les professionnels, même s'ils volent qu'une dizaine d'heures de vol par an. Bien que ce suivi doit être organisé par le médecin aéronautique, la perte de l'audition est répercutée sur le long terme, parfois bien après l'arrêt des fonctions aéronautiques.

### L'oreille externe

Les maladies de l'oreille externe telles que l'otite externe, 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 avec son médecin traitant.

### L'oreille moyenne

#### La membrane du tympan

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.

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.

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 (elles réduisent aussi l'audition de 10 à 15 dB environ). 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 ou perte d'audition.

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 et d'ailleurs une seule perforation non suppurante de la membrane tympanique n'entraînera pas nécessairement l'inaptitude du candidat. **[15]**

#### Les barotraumatismes

Jacques Charles, physicien, chimiste et inventeur français fut le premier à ressentir les symptômes de barotraumatisme après son retour d'un vol ballon à gaz gonflé à l'hydrogène. Il avait souffert d'une importante douleur à l'oreille droite après sa descente. C'était en 1783.

Depuis l'aviation a pris un essor considérable mais l'incidence des barotraumatismes dans la population des passagers reste très élevée. D'après certaines études environ un tiers des enfants et 20 % des adultes peuvent ressentir une otalgie pendant le vol. Chez le pilote militaire ou professionnel sélectionné cette incidence reste quand même moins importante. **[115]**

Un barotraumatisme est une atteinte organique liée à une modification de la pression atmosphérique lors d'un changement d'altitude. Elle va concerner les cavités closes ou semi-closes de l'organisme (principalement oreilles et sinus). L'apparition de ce symptôme peut avoir un impact majeur sur les capacités du navigant et entraîner une incapacité subtile voire subite. Malgré les systèmes de pressurisation des avions de ligne permettant d'éviter les variations brutales de pression dans l'aéronef, le risque n'est jamais nul. **[116]** De plus les pilotes privés se retrouvent dans des avions non pressurisés, entraînant un risque accru de barotraumatisme.

#### L'otite barotraumatique

L'otite barotraumatique moyenne est une forme de barotraumatisme. C'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. [15]

Un médecin généraliste pourra être amené à consulter pour une otalgie sans forcément retrouver un signe évident à l'otoscope. Un interrogatoire pourra retrouver une activité de pilotage les jours ou semaines précédentes et conclure à ce diagnostic ( qu'il soit pilote privé ou de ligne) même si, il est vrai, l'otite barotraumatisme sera plus fréquente chez les plongeurs, du fait de variations de pression plus importantes et plus rapides. De même un pilote sur court et moyen courrier aura plus de chance de la subir que sur long courrier, puisque ce sont les descentes qui vont exposer à cette pathologie. Ainsi les pilotes privés pourront être encore plus exposés : nombreuses variations au court d'un vol, aucune pressurisation cabine, pas de pilote automatique permettant de baisser la variation de pression...

Du fait des variations relativement rapide 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'Eustache. 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.

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.

Dans l'oreille moyenne, la trompe d'Eustache est la seule échappatoire capable de réguler les niveaux pressionnels. Ce qui explique la fréquence des atteintes barotraumatiques à ce niveau. Quand la pression atmosphérique augmente lors de l'atterrissage, l'oreille moyenne est le siège d'une hypopression relative qui collabe la trompe.

Des mécanismes actifs à réaliser par les membres d'équipage tels que le bâillement, la déglutition (les lèvres de l'orifice tubaire sont contraintes de s'ouvrir et l'air se précipite dans l'oreille moyenne), la manœuvre de Valsalva (décrite par le même Antonio Valsalva en 1704) permettent de provoquer une ouverture tubaire et de rétablir la pression.

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. De plus, une manoeuvre de Valsalva réalisée trop tôt ou bien trop tard ne pourra pas prévenir l'apparition d'une otite barotraumatique.

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. On aperçoit parfois des bulles d'air à travers le tympan. 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 type doivent être envoyés chez un ORL.

En cas d'infection, la caisse du tympan peut se remplir de pus : c'est l'otite moyenne aigue purulente. 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 ( ces interventions ne contre indiquent d'ailleurs pas le pilotage).

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.

Parfois, la manoeuvre de Valsalva n'est pas efficace, notamment en cas d'atteinte inflammatoire des voies aériennes supérieures (rhinopharyngite virale). Le forçage répété de la manoeuvre de Valsalva dans le but de vaincre le collapsus tubaire peut entraîner une ouverture brutale et donc une hyperpression rapide dans la caisse à l'origine du classique « coup de piston » de la platine de l'étrier dans la fenêtre ovale. Cet enfoncement brusque est le principal mécanisme responsable de l'hyperpression du liquide endolymphatique à l'origine du barotraumatisme de l'oreille interne. Les mouvements brusquement induits de l'endolymphe sont capables d'endommager les structures neurosensorielles de l'oreille interne provoquant des arrachements ou des ruptures membranaires,

des hémorragies endolymphatiques, voire même une rupture des fenêtres et la constitution d'une fistule péri lymphatique. Dans des cas exceptionnels, des vertiges graves peuvent survenir en raison d'un barotraumatisme de l'oreille interne.

Les constatations otoscopiques de l'otite barotraumatique peuvent être classées en 6 niveaux d'après Teed :

- niveau 0 : symptômes subjectifs sans signes otologiques
- niveau 1 : rougeur diffuse avec rétraction de la membrane du tympan
- niveau 2 : les symptômes du niveau 1 avec hémorragie légère
- niveau 3 : les symptômes du niveau 1 hémorragie importante
- niveau 4 : écoulement de sang ou de fluides dans l'oreille moyenne
- niveau 5 : perforation de la membrane du tympan. [117]

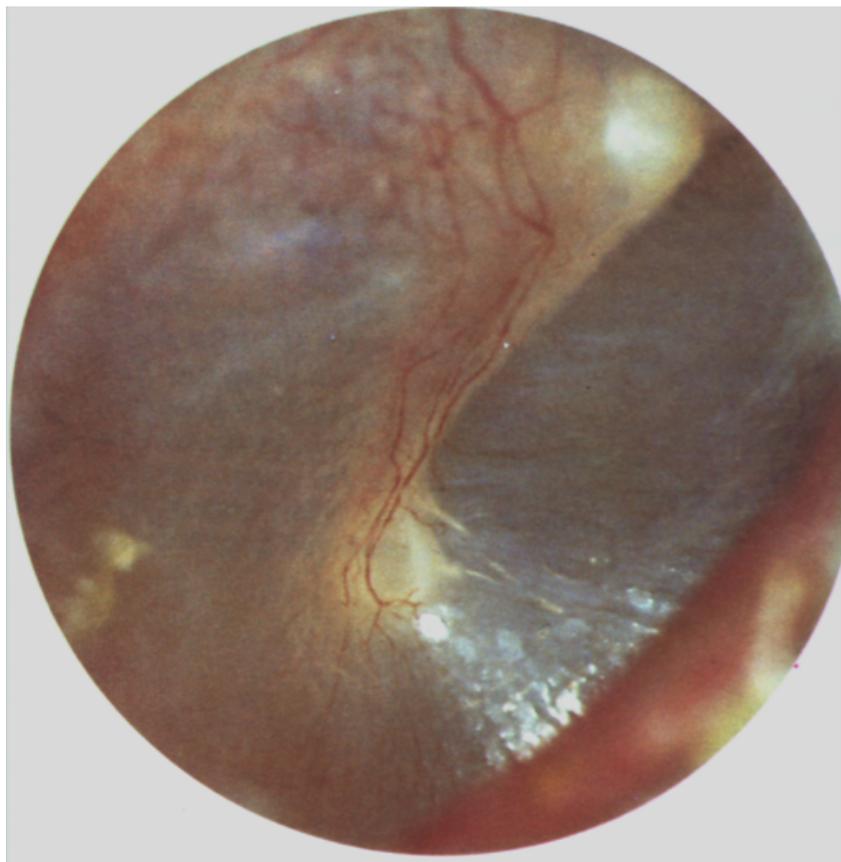
La classification de Haines et Harris peut aussi être utilisée. Elle est en 5 stades :

- 1. hyperhémie du manche
- 2. rétraction et hyperhémie ( marteau plus saillant)
- 3. épanchement séreux rétrotympanique
- 4. hémotympan
- 5. perforation

La rupture tympanique cicatrise seule mais il faudra éliminer une stagnation séreuse qui pourra se compliquer d'otite purulente. Pour éliminer un épanchement la manoeuvre de Valsalva pendant l'examen pourra guider en mobilisant le liquide. De plus cette même manoeuvre laissera entendre un sifflement en cas de rupture tympanique.

Pour illustrer, voici quelques examens otoscopiques réalisés par le Dr. Kossowski, spécialiste ORL en médecine aéronautique.

*Stade 1 de Haines et Harris : hyperhémie du manche*



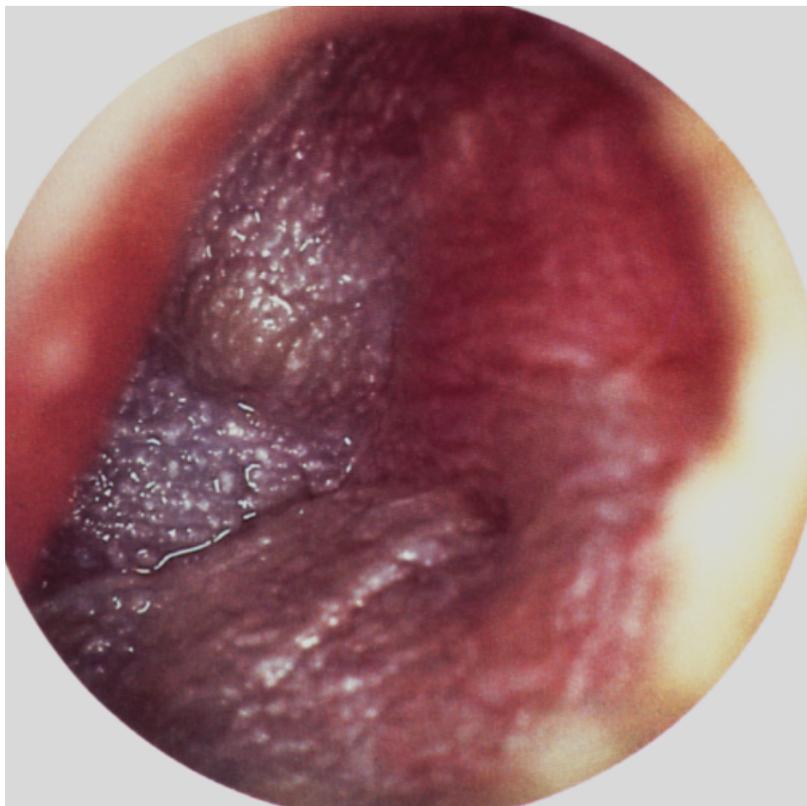
*Stade 2 de Haines et Harris : hyperhémie accompagnée de rétraction tympanique*



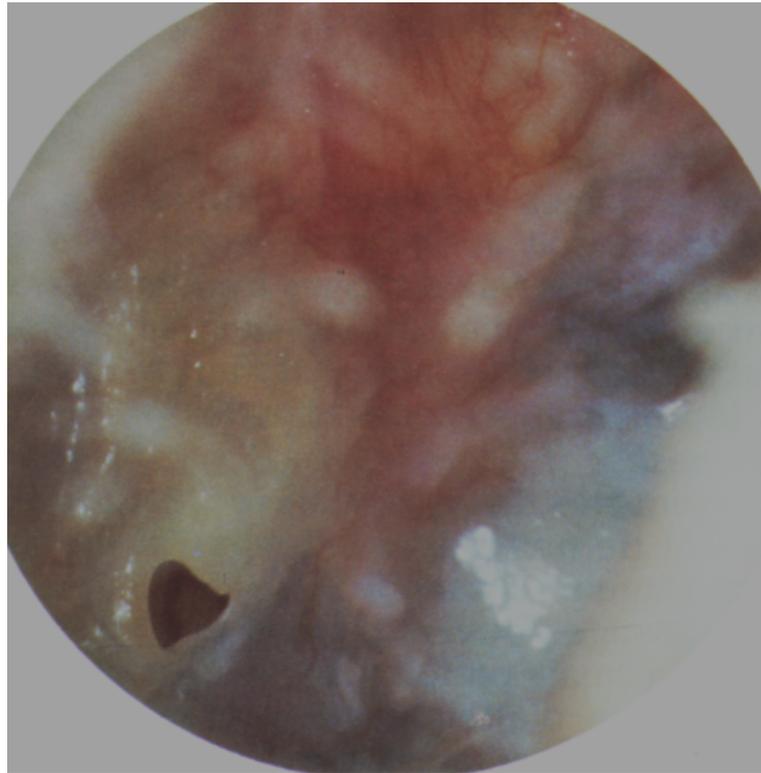
*Stade 3 de Haines et Harris : épanchement séreux rétrotympanique*



*Stade 4 de Haines et Harris : hémotympan*



### *Stade 5 de Haines et Harris : perforation*



Les signes et symptômes de l'otite barotraumatique ne sont évidemment pas compatibles avec l'exercice de fonctions aéronautiques et un arrêt de travail sera nécessaire si le pilote exerce à titre professionnel en fonction du stade de l'atteinte : 5 jours pour un stade 1 ou 2, 10 jours pour un stade 3, 1 mois pour le stade 4 et 2 mois pour le dernier stade, même si les ruptures tympaniques restent relativement rares (4,2 % des barotraumatismes). Elles restent cependant particulièrement incapacitantes.

La consultation d'un ORL est indiquée devant des symptômes sévères ou permanents.

La plupart des lésions dues à un barotraumatisme guérissent spontanément, ne nécessitant qu'un traitement symptomatique et un suivi ambulatoire.

Les stades 1 et 2 ( Haines et Harris) guérissent seuls mais il pourra être réalisé un traitement local avec vasoconstricteurs comme le Derinox ou bien des aérosols sodiques pendant une semaine le matin et soir (Pulmicort).

Pour les stades 3 et 4 : un traitement médical avec antibiothérapie par voies générale et anti inflammatoires comme des corticoïdes à 1 mg/kg pendant 5 à 7 jours seront nécessaires pour favoriser l'élimination de l'exsudat et d'éviter les surinfections.

Pour le stade 5 il cicatrisera seul (avec cicatrisation de 10 % de sa surface par mois). Il faudra bien penser à boucher l'oreille lors des hygiènes corporelles. Parfois une chirurgie par greffe de tympan pourrait être programmée pour ce stade si la cicatrisation ne se faisait pas.

S'il y a une répétition d'otites barotraumatismes il faudra rechercher des facteurs favorisants : allergie, hyperréactivité nasale, crénothérapie voir une chirurgie pour désobstruction nasale ou sinusite chronique.

Le traitement médical prophylactique local et/ou général reste sujet à débat. Elle doit être mise en place pour les passagers principalement et doit rester locale dans la mesure du possible. Elle consiste principalement à recevoir des vasoconstricteurs locaux 1 heure avant le vol, à mi parcours et 1 heure avant l'atterrissage pour les vols long courriers.

Les anglo-saxons ont publié quelques protocoles avec 120 mg de pseudo-ephedrine 30 minutes avant le vol. Ce traitement ne paraît pas raisonnable pour un personnel navigant ou un pilote privé devant les effets secondaires comme l'hypovigilance ou les palpitations. Il sera éventuellement prescrit par les médecins généralistes pour des passagers se plaignant d'inconfort tympanique résistant aux traitements locaux.

Le meilleur moyen de prévention reste l'éviction du vol en cas de symptôme infectieux du haut appareil respiratoire. Un pilote privé pourrait se permettre de stopper sa descente, voire de reprendre un peu d'altitude en cas de symptômes provoquant un début d'incapacitation.

Il faudra dans tous les cas, passagers comme pilotes penser à réaliser les manoeuvres pour équilibrer les pressions 3 ou 4 fois durant la descente. Il ne faudra pas forcer sur des manoeuvres de valsalva au risque de perforer les fenêtres ronde ou ovale par un effet de succion : « coup de piston » qui est un accident barotraumatisme de l'oreille interne qui donnera lieu à une prise en charge hospitalière).

Pour les nourrissons la prévention serait de leur faire téter le biberon. Pour les enfants une autre méthode serait de leur faire appliquer la méthode Otovent.

**[115] [118] [119] [120] [121] [122]**

La prise en charge thérapeutique des barotraumatismes cochléo-vestibulaires impose une prescription rapide de corticothérapie, de vasodilatateurs et parfois d'anti vertigineux. Il est à mentionner que l'oxygénothérapie hyperbare est strictement contre indiquée en cas de fistule péri lymphatique car elle risque de la reperméabiliser ( alors qu'il reste le traitement de référence pour les accidents de décompression).

## Pathologies sinusales

### La sinusite barotraumatique

De nombreux pilotes ont de temps à autres 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. 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.

Il est possible de soulager ces patients, généralement en quelques minutes, en utilisant un léger vasoconstricteur nasal, qui diminuera la tuméfaction et l'œdème au niveau tant du nez que de la trompe d'Eustache.

Les cas plus sévères peuvent être traités par corticostéroïdes par voie nasale. La douleur peut être contrôlée par des anti-inflammatoires non stéroïdiens ou des opiacés. [15] [43]

### Rhino- pharyngite

Toute affection des voies aériennes supérieures doivent rendre tout pilote inapte au vol. Toute affection des sinus aura les mêmes conséquences tant que la pathologie ne sera pas résolue.

À l'examen, s'il y a une obstruction nasale marquée, il convient de l'examiner à nouveau une semaine plus tard avant de prendre une décision définitive pour la reprise des vols. Des complications peuvent survenir dans les sinus paranasaux, la trompe d'Eustache, l'oreille moyenne, le larynx, la trachée et les bronches. Le rhinite peut être la cause directe d'une otite barotraumatique moyenne, d'un barotraumatisme de l'oreille interne ou d'une sinusite barotraumatique.

Il convient de conseiller aux pilotes de ne pas voler lorsqu'ils ont un rhume ou ont le nez encombré. Les allergies pourront amener à des symptômes relativement similaires dans la sphère naso-sinusienne.

Si des antibiotiques ou des antihistaminiques ont été prescrits le candidat doit être informé des effets secondaires possibles et s'abstenir de voler tant qu'il est sous traitement. [15] [43]

Cependant cette règle n'est pas toujours évidente et un pilote pourrait faire l'objet d'une allergie saisonnière marquée l'obligeant à voler sous antihistaminiques.

De plus les antibiotiques administrés par voie orale ne compromettent généralement pas la sécurité aérienne. Par conséquent 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). [15]

Les antihistaminiques peuvent induire une somnolence chez le pilote et peuvent avoir un impact sur la sécurité aérienne comme en témoigne le crash survenu sur le porte-avions américain Nimitz en 1981 impliquant un pilote fortement automédiqué aux anti-histaminiques. [122]

Ils sont très souvent employés pour traiter les rhinites allergiques ou l'asthme. Ces infections peuvent potentiellement empêcher le pilote de voler, c'est pourquoi l'avis d'un médecin aéronautique est nécessaire. Si la médication est nécessaire il faut prescrire un anti-histaminique non sédatif. [43]

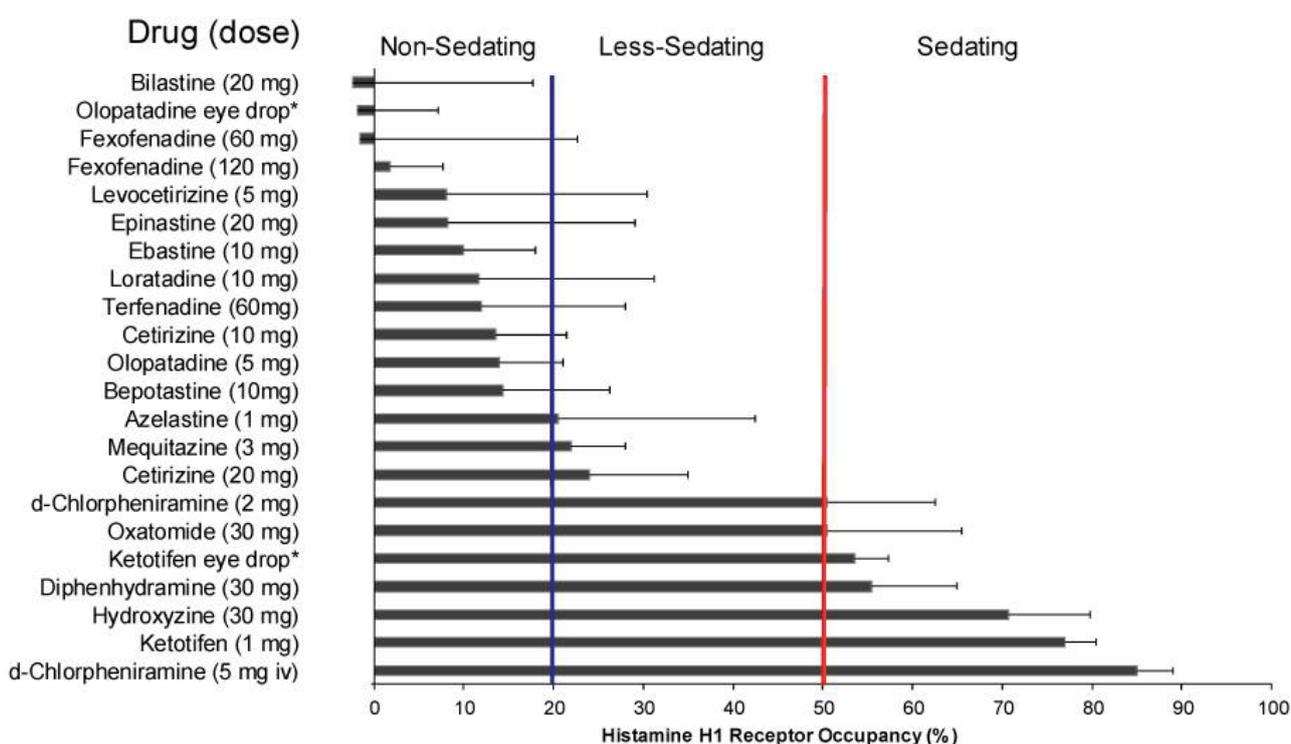
Il paraît évident que seuls les anti-histaminiques de deuxième génération soient autorisés.

La sédation entraînée par les antihistaminiques de seconde génération (somnolence, baisse des performances cognitives) est due à l'inhibition des récepteurs histaminiques des neurones. Ils doivent donc pénétrer le système nerveux central pour provoquer ces effets secondaires.

A titre de comparaison une étude montrait que le taux de récepteurs histaminiques cérébraux occupés par la molécule était insignifiant pour le fexofénadine (Telfast®) (0,1 %) alors que celui de la cetirizine était à 26%.

Ces chiffres peuvent être comparés avec le tableau ci-joint. Il en ressort que le fexofénadine et bilastine peuvent être considérés comme des antihistaminiques non pénétrants pour le SNC. [123]

*Pouvoir sédatif des différents antihistaminiques [123]*



Il peut être relevé que la loratadine (Claritin®) est en grande partie métabolisée dans l'organisme en desloratadine (Aerius®), métabolite plus actif que la loratadine.

Ceci explique que les comprimés d'Aerius soient dosés à 5 mg alors que les comprimés de Claritin\* sont à 10 mg de loratadine. Par ailleurs la demi-vie plasmatique de la loratadine est d'environ 8 heures, celle de la desloratadine beaucoup plus longue : 27 heures.

En résumé les anti-histaminiques préférentiels sont Aerius, Claritin et Telfast.

Les anti-pyrétiques et anti inflammatoires non stéroïdiens sont compatibles avec l'exercice du métier. [43] Les effets secondaires des AINS 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 comme les céphalées, vertiges, épigastralgies à type d'ulcère voire d'hémorragie digestive. [15] [124]

Les corticoïdes 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. [15]

Finalement il est coutume d'interdire à un pilote d'exercer ses activités au dessus de 30mg/jour, d'autoriser sous 10 mg par jour et entre les deux l'autorisation se fera au cas par cas.

Les décongestionnants nasaux et corticoïdes nasaux sont sans effet sur la vigilance et peuvent être compatibles avec l'exercice du pilotage. Cependant l'indication elle-même peut ne pas l'être. Par exemple un oedème de la muqueuse nasale peut entraîner des difficultés pour égaliser les pressions au niveau de l'oreille ou des sinus. [43]

## Désorientation spatiale

Les candidats à la délivrance initiale d'une licence admettent rarement qu'ils sont sujets au vertige ou à des étourdissements accompagnés de désorientation. Pour un pilote, il signifie en termes simples que celui-ci a perdu ses coordonnées et son sens de l'orientation dans l'espace.

En l'absence de point de repère visuel (par exemple, lorsque le pilote vole dans les nuages ou dans l'obscurité) 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.

Un pilote en proie à la désorientation spatiale a une impression mentale inexacte de la position, de l'assiette et du mouvement de son avion. En cours de vol elle peut donc avoir des conséquences fatales. De nombreux pilotes ont connu des épisodes de désorientation, dans différents environnements. Ils peuvent les accepter comme étant normaux ou y voir des symptômes d'un état anormal de leur personne ou de leur avion. Ceci est influencé par :

- la reconnaissance sur le fait d'être désorienté
- leur aptitude à évaluer les dangers potentiels inhérents à de tels épisodes et leur disposition à en rendre compte
- des pressions sociales et économiques : conséquences sur la certification médicale, interdictions de vol
- leur confiance (ou manque de confiance) envers les personnes auxquelles ils pourraient demander de l'aide, par exemple le médecin-examineur ou le médecin traitant. [15]

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 de pression et une perte d'audition irréversibles, pouvant entraîner un maintien au sol permanent.

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).

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 Menière, à un vertige positionnel paroxystique bénin et à diverses autres causes de vertige, et évaluer les candidats en conséquence (épreuves caloriques, épreuve vestibulaire d'auto-rotation, électro-nyctagmographie,...) [15]

Dans tous les cas cités un arrêt de l'exercice sera bien évidemment préconisé. La plupart des pathologies rendront d'ailleurs l'aptitude aux pilotes.

### **1.1.13. Les conseils généraux aux voyageurs**

En plus d'être des professionnels du transport aérien les personnels navigants sont aussi des voyageurs. Lorsqu'ils sont affectés au réseau long courrier ils se déplacent de continent en continent d'une semaine à l'autre avec en général un séjour de quelques jours sur place. Pour bon nombre de pilotes ce n'est pas le médecin examinateur qui lui transmettra toutes les mesures hygiéno-diététiques ou médicales, par manque de temps lors des consultations. Dans les plus grandes compagnies comme Air France une médecine du travail pourra prendre le temps d'expliquer les mesures préventives et curatives à appliquer durant un voyage. Le médecin généraliste, en voyant ces patients, pourraient, en plus du motif de consultation, leur indiquer quelques conseils habituellement transmis à tout voyageur.

Le taux de voyageurs malades varie de 15% à 70% selon les études. La diarrhée est toujours le plus fréquent des problèmes de santé en voyage, avec les infections des voies aériennes supérieures, les dermatoses et la fièvre. Les études les plus récentes montrent aussi l'émergence de pathologies non infectieuses : mal d'altitude, mal des transports, traumatismes et blessures d'origine accidentelle. Si les étiologies infectieuses des décès ou des pathologies graves, imposant une évacuation sanitaire, sont peu fréquentes, c'est en grande partie parce que les recommandations qui suivent permettent de les éviter.

Un grand nombre de maladies liées aux voyages peuvent être prévenues par une vaccination. En général pour être immunisé il est nécessaire que le schéma vaccinal soit terminé 10 à 15 jours avant le départ, sauf dans le cadre d'une injection de rappel où le délai peut être plus court. [114]

La vaccination est prise en charge par la médecine du travail pour les personnels navigants. Les médecins examinateurs ne réalisent pas cette partie de l'examen médical.

## Le paludisme

En 2017, le nombre de cas de paludisme dans le monde a été estimé à 220 millions et près de la moitié de la population mondiale y est exposée. Les données concernant la période 2015-2017 ne montrent aucun progrès vers une diminution du nombre de cas de paludisme dans le monde.

La transmission a lieu dans 91 pays. Elle est plus intense sur le continent Africain (200 millions de cas).

Cinq pays comptent pour près de la moitié des cas : le Nigéria (25%), la République démocratique du Congo (11%), le Mozambique (5%), l'Ouganda (4%) et l'Inde (4%). *Plasmodium falciparum* est l'espèce prévalente. Elle serait à l'origine de 99,7% des cas estimés dans la région Afrique selon l'OMS.

En 2017, le nombre de décès dus au paludisme a été estimé à 435 000 (93% en Afrique), contre 451 000 en 2016 et 607 000 en 2010. Les enfants de moins de 5 ans sont les plus vulnérables (61 % des décès).

En 2018, les cas de paludisme importés en France métropolitaine demeurent à un niveau élevé avec 5 280 cas. Les cas graves et les décès sont stables. Les cas sont majoritairement observés chez les personnes d'origine africaine qui retournent dans leur famille pour des périodes relativement longues (une quarantaine de jour en moyenne).

La protection personnelle anti-vectorielle reste la base de la prévention du paludisme. Dans les situations à faible risque de paludisme elle peut être la seule mesure de prévention. Ces mesures ont l'intérêt de limiter le risque d'autres maladies transmises par les moustiques (dengue, etc.).

Dans les situations à risque modéré ou élevé de paludisme, le recours à une chimioprophylaxie antipaludique (CPAP) est une mesure complémentaire et synergique qui doit être adaptée individuellement au voyageur selon le type de voyage et ses conditions de déroulement. [114] [125]

La chimioprophylaxie vise essentiellement à prévenir les risques d'infection à *P. falciparum* (Afrique surtout, Amérique et Asie forestières), en raison de sa fréquence et de sa gravité potentielle. *Plasmodium vivax* (Asie, Amérique, Afrique de l'Est) et *Plasmodium ovale* (Afrique de l'Ouest) provoquent des accès palustres d'évolution généralement bénigne.

Dans les situations de faible risque palustre ou d'exposition exclusive à des espèces autres que *P. falciparum*, le rapport bénéfice-risque n'est pas en faveur d'une prescription. [114]

Ce traitement n'empêche pas l'infection initiale via la piqûre de moustique, et doit être prolongé, après avoir quitté la zone impaludée, pour couvrir une éventuelle incubation. Après inoculation les symptômes surviennent habituellement plus d'une semaine après l'inoculation (3 jours pour le cas le plus précoce connu) mais précèdent parfois une parasitémie détectable. [125]

Dans les régions où l'endémicité du paludisme est très faible, un traitement préventif n'est pas nécessaire.

Pour les grandes compagnies la médecine du travail prendra bien entendu le relais pour tout le personnel navigant. Ceci n'est pas toujours le cas et quelques conseils de CPAP semblent nécessaires.

La chloroquine (Nivaquine), seule, est préférable en l'absence chloroquinorésistance, ou en l'absence de paludisme à *Plasmodium falciparum*.

En cas de chloroquino-résistance, un traitement préventif par chloroquine + proguanil (Nivaquine® + Paludrine®, ou Savarine®), ou par méfloquine (Lariam®) lorsque le risque de résistance au proguanil est élevé, est préférable. L'association atovaquone + proguanil (Malarone®) ou la doxycycline (Doxypalu®, Vibramycine® ou autre) sont des traitements préventifs de deuxième ligne : notamment, en cas de contre-indications ou de résistance à la méfloquine. [125]

En France, en l'absence de prise en charge par l'assurance maladie pour la plupart des traitements préventifs, les possibilités financières du voyageur influencent parfois le choix.

L'évaluation individuelle du risque de paludisme et de la pertinence d'une CPAP repose sur une analyse détaillée des caractéristiques du voyage (zones visitées, conditions d'habitat, type d'activités, durée du séjour, résistances, etc.) et du profil du voyageur (âge, grossesse, comorbidités, allergies, immunodépression, splénectomie, antécédents de prise d'antipaludiques, poids, prise de médicaments). [125]

Le risque de transmission du paludisme au cours d'un voyage en zone tropicale varie en fonction :

- de l'altitude : le paludisme ne se transmet habituellement pas au-dessus de 1 500 mètres d'altitude en Afrique et de 2 500 mètres en Amérique ou en Asie
- de la durée du séjour : si une seule piqûre infestante suffit pour contracter la maladie, la majorité des cas de paludisme surviennent après des séjours de plus d'un mois
- des lieux géographiques : généralement pas de transmission du paludisme dans les grandes villes du Proche-Orient et du Moyen-Orient, du reste de l'Asie (excepté en Inde) et d'Amérique du Sud (excepté en Amazonie).
- de l'urbanisation : les nuitées en milieu urbain doivent être précisées car elles sous-entendent que l'essentiel des nuits se passent dans ce contexte. Une ou quelques rares nuitées en zone rurale ne remettent pas en cause l'abstention de CPAP dans les zones à faible risque. Le personnel navigant se retrouvera dans le pire des cas dans cette situation. [125]

Cela amène à conclure qu'une CPAP n'est pas nécessaire pour un pilote séjournant 2 à 4 jours dans un hôtel avec des conditions satisfaisantes, même dans une région dite à risque de paludisme. Les seules règles de prévention seraient à mettre en place.

La prescription des médicaments préventifs anti paludéens dépend de la zone géographique visitée, et le risque d'exposition du pilote aux moustiques transmetteurs de paludisme. La plupart des médications anti paludéennes (Atovaquone- proguanil, chloroquinine, doxycycline) sont compatibles avec la prise des fonctions de pilote de ligne. Cependant, il y a des effets secondaires associés à la prise de ces traitements. La mefloquine (Lariam) donne insomnie, diarrhée, cauchemar, trouble de l'humeur, nausées, céphalées, désorientation spatiale, trouble de la coordination. Ce qui rend ce traitement non compatible avec le pilotage d'un aéronef. [43]

### Autres infections

Plusieurs épisodes de fièvres de Lassa et de maladie à virus Ebola apparaissent particulièrement préoccupants en Afrique car ils se révèlent délicats à contrôler dans des pays disposant de très peu de moyens, en dehors de ceux fournis par l'aide internationale.

En Amérique du Sud, c'est la crainte d'une troisième vague de fièvre jaune au Brésil alors que circule encore activement les virus Chikungunya et Zika.

Le virus SARS-CoV 2 est là pour rappeler la vigilance qui doit être de mise lors des passages des lieux à haut brassage de population comme les aéroports.

Par ailleurs, les voyageurs ayant été hospitalisés ou rapatriés au cours de leur voyage présentent un risque de portage de bactéries multirésistantes (BMR) qui doit faire l'objet d'un dépistage en cas d'hospitalisation dans une structure de soins. [114]

### Diarrhée du voyageur

Le personnel navigant lors des escales n'a pratiquement aucun moyen de juger par lui-même la salubrité de l'eau qu'il consomme. Or il n'est pas rare que les pilotes s'aventurent à une expérience dans des lieux dont les règles d'hygiène peuvent être parfois douteuses.

L'ingestion d'eau contaminée par des microorganismes pathogènes représente le principal risque sanitaire lié à l'eau. En particulier, les eaux de surface (rivières, lacs, retenues) et les nappes superficielles (nappe phréatique, puits peu profond) peuvent être polluées par des excréments humains et animaux ou par les eaux usées domestiques. L'eau des réseaux de distribution peut aussi être contaminée, notamment dans les pays démunis, quand les installations de traitement de l'eau ou

les circuits de distribution sont déficients et mal contrôlés. Des infections d'origine hydrique sont signalées sur tous les continents.

La diarrhée et les symptômes digestifs en général sont un des symptômes les plus fréquents causant une incapacité chez un pilote. Elle peut être source d'inquiétude dans un cockpit pendant le vol et peut remettre en cause la sécurité si elle intervient lors d'une charge de travail importante dans le cockpit (notamment lors de l'approche).

On estime qu'environ un tiers des voyageurs présentent une diarrhée aiguë, la turista, épisode aigu bénin, spontanément résolutif en 1 à 3 jours. Mais il peut s'agir aussi de formes cliniques plus sévères. Elles sont liées au péril fécal, plus souvent par la consommation d'aliments solides que d'eau.

L'étiologie est en général infectieuse, d'origine bactérienne (due à *Escherichia coli* entérotoxigène le plus souvent, mais aussi à *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter jejuni*) ou d'origine virale (rotavirus, virus de Norwalk). Chez un voyageur, la diarrhée peut avoir également une origine parasitaire (*Giardia*, *Cryptosporidium*).

La survenue d'une diarrhée, plus particulièrement au retour d'un voyage en Asie, peut être associée à l'acquisition d'un portage digestif de bactéries multirésistantes (BMR) (*E. coli*, BLSE) a fortiori si cette diarrhée a été traitée par antibiotiques. Néanmoins ce portage est de courte durée (moins de 3 mois après le retour dans plus de 95% des cas).

La transmission du virus de l'hépatite A par l'eau de boisson et les aliments représente un risque important pour les voyageurs non immunisés lorsqu'ils se rendent dans toute zone située hors de l'Australie, du Canada, des États-Unis d'Amérique, d'Europe occidentale, du Japon et de la Nouvelle-Zélande.

La présence de substances chimiques ne provoque généralement pas de trouble aigu, sauf cas exceptionnels de contamination accidentelle importante ; c'est seulement lors d'une exposition prolongée que des effets sur la santé sont à craindre. [114] [126]

La prévention consiste en quelques règles déjà bien connues des médecins généralistes qui peuvent être rappelées :

- lavage des mains, avant les repas, avant toute manipulation d'aliments et après passage aux toilettes. En l'absence d'eau et de savon, un gel ou une solution hydro-alcoolique peuvent être utilisés. Se sécher les mains après lavage avec un linge propre ou, à défaut, les sécher à l'air.
- préférer les plats chauds (les buffets froids ou tièdes des restaurants peuvent comporter des risques) et éviter de consommer de la nourriture vendue dans la rue, sauf si elle est bien cuite et le récipient encore fumant.

- ne consommer que de l'eau en bouteille capsulée (et ouverte devant soi) ou, à défaut, rendue potable par ébullition (1 minute) ou par une désinfection avec des produits à base de DCCNa (dichloroisocyanurate de sodium) ou hypochlorite de sodium éventuellement précédée d'une filtration (filtre portatif) si elle est trouble.
- éviter la consommation de glaçons, de glaces artisanales, de jus de fruits frais préparés de façon artisanale, de coquillages, de plats réchauffés.
- ne consommer du lait que s'il est pasteurisé ou bouilli et que la chaîne du froid est assurée
- laver ou peler les fruits soi-même après s'être lavé les mains.
- bien cuire les œufs, les viandes, les poissons et les crustacés. **[114] [126]**

Tout pilote doit connaître l'importance d'une réhydratation précoce en cas de diarrhée, de l'efficacité et des inconvénients d'une antibiothérapie probabiliste ( et de ses indications ) et de l'importance d'une consultation médicale en cas de diarrhée sévère.

Il faut distinguer la diarrhée aiguë bénigne, modérée ou sévère selon le degré de tolérance par le patient et l'impact sur son activité normale, et la diarrhée persistante (plus de 2 semaines). Tout syndrome dysentérique (selles sanglantes) est considéré dans cette nouvelle classification comme diarrhée aiguë sévère.

Une consultation médicale est recommandée dans les formes aiguës modérées ou sévères et les formes persistantes. Des conseils peuvent être apportés par la compagnie, sur place, par l'intermédiaire de médecins aux membres d'équipage qui le souhaitent.

Les examens microbiologiques chez les adultes sont indiqués dans les formes sévères, persistantes, et en cas d'échec d'un traitement probabiliste. **[114]**

Dès les premières selles liquides (sans attendre la soif qui est déjà un signe de déshydratation) : il faudrait consommer liquides salés et sucrés en alternance, voire consommation de solutés de réhydratation orale si possible. Si la réhydratation correcte est impossible (du fait de vomissements incoercibles, de selles aqueuses très abondantes, de déshydratation sévère), une consultation médicale est recommandée pour une réhydratation par voie intraveineuse. **[114]**

En cas de diarrhée bénigne ou modérée :

- un anti-diarrhéique anti-sécrétoire (racecadotril) peut atténuer la symptomatologie clinique. Les effets secondaires les plus fréquents sont les céphalées.
- un anti-diarrhéique moteur de type loperamide est déconseillé, car il a l'inconvénient d'entraîner une constipation avec ballonnement souvent plus gênante que la diarrhée elle-même. Il est donc à réserver aux diarrhées très liquides, fréquentes et abondantes ou en cas de nécessité fonctionnelle (trajet en avion d'un passager par exemple). Devant les effets indésirables fréquents tels que

céphalées, douleurs abdominales, nausées et vertiges laissent à penser que ce médicament n'est pas adapté à un pilote quel qu'il soit.

- les pansements intestinaux (diosmectite,...) n'ont pas prouvé leur efficacité
- le niveau de preuve d'efficacité des probiotiques est insuffisant pour les recommander [114] [127] [128]

Les anti-diarrhéiques moteurs ne doivent pas être utilisés en cas de diarrhée sévère glairo-sanglante ou fébrile.

Le risque élevé d'acquisition d'un portage de BMR (72% pour un séjour en Asie) fait recommander de ne prescrire une antibiothérapie probabiliste qu'en cas de diarrhée sévère (tout syndrome dysentérique étant considéré comme tel) en l'absence de possibilité de consultation rapide et de diagnostic étiologique. [114]

#### Choix de l'antibiothérapie

- Chez l'adulte, compte tenu de la prévalence de la résistance aux fluoroquinolones dans le monde (Asie notamment), le traitement de première intention des diarrhées sévères, survenant pendant le voyage ou au retour, est l'azithromycine. Des effets secondaires ne sont pas anodins comme l'allongement de l'espace QT. Les posologies recommandées chez les adultes sont : azithromycine (comprimé à 250 mg) : 4 comprimés en 1 prise (hors AMM) (si les symptômes persistent à 24h il faut passer au schéma sur 3 jours) ou 2 comprimés en 1 prise par jour pendant 3 jours.
- Une fluoroquinolone (ciprofloxacine) peut être prescrite en cas de diarrhée sévère non dysentérique, sauf en cas de séjour en Asie (compte tenu de la prévalence élevée de la résistance des salmonelles et de Campylobacter aux fluoroquinolones). Cette classe d'antibiotiques est contre-indiquée pendant la grossesse (à l'exception de la ciprofloxacine), et l'allaitement. La posologie chez l'adulte est la suivante : ciprofloxacine per os 1 comprimé à 500 mg 2 fois par jour, pendant 3 jours. [114]

#### Pollution atmosphérique

Selon l'OMS, les grandes métropoles notamment d'Asie (Chine, Pakistan, Inde etc.) ainsi que certaines villes d'Afrique (pays subsahariens ou bordant la Méditerranée) subissent des niveaux élevés de pollution de l'air qui peuvent avoir un impact sur la santé. Cette pollution est associée aux activités industrielles, aux transports, au secteur tertiaire et domestique (chauffage, combustion)

parfois aussi à des feux de forêts ou de broussailles, accidentels ou volontaires. Certains pays dont la Chine et Singapour utilisent des indicateurs pour mesurer la qualité de l'air, dont l'Air Quality Index (AQI) qui s'échelonne de 0 à 500. Un indice supérieur à 100 indique une mauvaise qualité de l'air pour la santé. Or, il peut y avoir des pics de pollution dépassant l'indice 300.

Les polluants atmosphériques (particules fines, NOx, SO2, O3, COV, pesticides, métaux) peuvent avoir des effets graves sur la santé, notamment respiratoires et cardiovasculaires à court et surtout à long terme.

Les enfants et les personnes âgées sont particulièrement vulnérables, de même que les malades affectés par un asthme, une bronchite chronique ou une maladie cardiovasculaire ; les fœtus sont également concernés.

Pour les séjours de courte durée il est recommandé de façon générale d'être attentif à une gêne inhabituelle (toux, essoufflement, sifflement, palpitations) lors de niveaux élevés de pollution (de manière régulière ou lors de pics). Les personnes vulnérables ou sensibles éviteront dans la mesure du possible les activités intenses et de plein air.

Il est rappelé que le port de masques chirurgicaux que l'on trouve généralement dans les pharmacies est sans réelle efficacité. Seuls les masques préconisés sur le site du ministère chargé de la santé peuvent être utilisés efficacement en cas de pic de forte pollution : masque filtrant de type N95 ou FFP2. [129]

### Hygiène corporelle

Quelques règles peuvent être rappelées pour tout pilote ou patient habitué à voyager :

- en cas de plaie ou de blessure cutanée : laver, couvrir, ne pas laisser macérer
- éviter de marcher pieds nus sur les plages et de s'allonger à même le sable (risque de Larva migrans cutanée, tungose)
- porter des chaussures fermées sur les sols boueux ou humides (risque d'anguillulose, d'ankylostomose, etc.)
- ne pas marcher ou se baigner dans les eaux douces (risque de bilharziose, de leptospirose, etc.)
- éviter l'ensoleillement excessif et se protéger du soleil (ombre, lunettes de soleil, chapeaux, vêtements longs et légers, crème écran d'indice de protection UV élevé dont l'application doit être renouvelée régulièrement), même pendant les baignades
- porter un habillement léger, lavable aisément, perméable (coton et tissus non synthétiques)
- éviter de laisser sécher le linge à l'extérieur ou sur le sol (risque de myiase), à défaut le repasser des deux côtés
- éviter les contacts avec les animaux (être particulièrement vigilant avec les enfants). [114]

La trousse à pharmacie pourrait comporter notamment :

- Des médicaments systémiques
  - antalgique et antipyrétique (le paracétamol est recommandé)
  - antibiotiques ( azithromycine ou fluoroquinolones)
  - sels de réhydratation surtout chez l'enfant, antidiarrhéique, antisécrétoire
  - antiémétique si nécessaire (pour le mal des transports notamment)
  - antihistaminiques de dernière génération (anti H1)

Les formes liquides ou suppositoires ne sont pas préconisées.

- Une protection contre le paludisme et les arboviroses
  - répulsif contre les moustiques
  - produit pour imprégner les moustiquaires et les vêtements
  - antipaludique à usage préventif en fonction des indications et à usage présomptif si nécessaire
  
- D'autres produits :
  - collyre antiseptique (conditionnement monodose)
  - topique pour les brûlures
  - pansements stériles et sutures adhésives
  - antiseptique cutané
  - sérum physiologique (unidose)
  - crème écran solaire (indice de protection maximal IP 50+)
  - bande de contention
  - gel ou solution hydro-alcoolique pour l'hygiène des mains
  - thermomètre
  - pince à épiler
  - produit pour désinfection de l'eau de boisson
  - gouttes auriculaires antibiotiques (si risque d'otite externe) par exemple en cas de baignade
  - set de matériel à usage unique (aiguilles, seringues, matériel à suture, etc.) (avec un certificat bilingue français/anglais à l'intention des contrôles douaniers)
  - préservatifs (norme NF) **[114]**

## Voyager avec des médicaments

Pour les médicaments habituels du patient, qu'il soit pilote ou non, c'est au médecin traitant qu'incombe la tâche de prescription. Concernant le passage aux douanes, il est recommandé de voyager avec l'ordonnance pour traitement régulier sous sa dénomination commune internationale (DCI) et rédigée si possible en anglais.

S'il y a simplement un déplacement au sein de l'espace Schengen les règles sont les suivantes :

- avec des médicaments stupéfiants ou psychotropes : la quantité transportée doit généralement être limitée à celle nécessaire pour un usage personnel et pour la durée du séjour et une demande spécifique d'autorisation est impérativement requise (auprès de son Agence régionale de santé et de l'ANSM).
- pour les autres médicaments : la quantité transportée doit généralement correspondre à la durée du traitement prescrit par le médecin ou, à défaut, à trois mois de traitement maximum[114]

Pour un déplacement en dehors de l'espace Schengen, que les médicaments soient stupéfiants, psychotropes ou courants, il n'y a pas d'harmonisation des réglementations et chaque pays applique ses propres dispositions. Outre l'ordonnance du médecin traitant, chaque patient doit avant son départ se renseigner auprès de l'ambassade (ou consulat) en France du pays de destination afin de connaître la réglementation en vigueur

Pour connaître les dispositions des différents pays, le patient peut consulter le site de l'Organe international de contrôle des stupéfiants (OICS) : <https://www.incb.org/incb/en/travellers/country-regulations.html> [114]

### **1.1.14. Autres ( infectiologie, oncologie, don de sang, plongée sous marine, anesthésie )**

#### Infectiologie

La prévalence du VIH chez les pilotes et les contrôleurs de la circulation aérienne n'est pas connue. Les patients professionnels pourraient obtenir une aptitude avec restriction en équipage multiple OML si les examens montraient qu'aucune complication due au VIH pourrait entraîner une incapacité. La polythérapie antiretrovirale classique entraîne entre autres des pathologies cardiaques, hépatiques, hématologiques et rénales. Il sera nécessaire d'être vigilant sur ce point de vue. [43]

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 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. [15]

Aucun médecin examinateur ne pourrait obliger le patient VIH à réaliser une sérologie et le médecin généraliste sera parfois un des seuls à être au courant de cette pathologie. Une réassurance pourra être alors nécessaire en lui expliquant que celui-ci, avec un traitement bien conduit, pourra possiblement continuer à exercer son métier ou sa passion avec une aptitude de classe 2.

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.

Concernant les hépatites, la syphilis, la tuberculose,.. il devrait être démontré que le patient est asymptomatique et qu'un traitement n'entraîne pas d'effets secondaires pouvant menacer le pilote d'incapacitation. [43]

Après une vaccination le pilote ne devrait pas reprendre ses activités pendant 24 à 48 heures.

### Oncologie

Au niveau oncologique un patient pourra garder son aptitude médicale dans des circonstances particulières définies dans les textes notamment de l'EASA. Dans le cadre d'une pathologie maligne par exemple il faudra imposer une période d'inaptitude à la fin d'un traitement par chimiothérapie pour baisser la probabilité d'un effet secondaire incapacitant en vol. Une restriction OML sera volontiers apposée par le médecin examinateur après une évaluation individuelle pour le pilote professionnel. A noter qu'un cancer local de type carcinome baso-cellulaire rendra un pilote apte sans présentation au pôle médical et un cancer sous traitement stabilisé pourrait faire l'objet d'une aptitude après une période d'inaptitude temporaire sous certaines conditions qui restent très spécifiques. [43]

Dans tous les cas ce sera du ressort des médecins agréés et experts aéronautiques de suivre le pilote, tant que l'inaptitude n'a pas été prononcée. Si tel est le cas, le médecin traitant reprendra le suivi médical du pilote de manière autonome.

## Plongée sous-marine

Si l'on pilote un aéronef après avoir fait de la plongée sous-marine ou toute autre activité sous-marine, 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.

Ce phénomène est la maladie de décompression décrite plus tôt dans cette thèse.

Avant de prendre un vol le plongeur doit rester à une pression proche de celle du niveau de la mer. La durée doit être suffisante pour permettre l'élimination des gaz inertes, principalement l'azote, des tissus périphériques. Si cet intervalle n'est pas respecté ces gaz pourraient sortir des territoires liquidiens et former des bulles dans les tissus.

Des symptômes très graves peuvent survenir, même lors d'une montée à 8 000 ft, altitude à laquelle évoluent la plupart des petits avions, mais qui est aussi l'altitude-cabine des avions de ligne.

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, la différence dépendant principalement de la durée de la plongée et de la profondeur atteinte. [15] [130] [131] [132]

Les chiffres à retenir pourraient être les suivants :

- pour une plongée unique sans pallier de décompression : un minimum de 12 heures
- pour plusieurs plongées d'affilée sans pallier ou bien en cas de plongée avec pallier de décompression 18 à 24 heures avant d'entamer quelconque vol devraient être recommandées par tout professionnel de santé. [133]. A noter que l'OACI est plus prudent en suivant le Undersea and Hyperbaric Medical Society : ils fixent ce délais à 48 heures.

## Dons de sang

Après un don de sang, il ne faut pas piloter et attendre 24 heures avant de reprendre du service pour permettre au corps de s'adapter. [15]

## Anesthésie

Après toute anesthésie générale ou locale ( notamment après le passage chez le chirurgien-dentiste), un temps doit être respecté avant la reprise des fonctions aéronautiques. Il est de 12 heures après une anesthésie locale, et 48 heures pour une générale ( ou péridurale). [43]

Cependant d'après certains spécialistes aéronautiques des examens paracliniques comme par exemple la colposcopie nécessiteront un intervalle plus important avant la reprise des activités (de l'ordre de 5 jours).

### **1.1.15. Médecine préventive**

Par le passé, l'examen médical périodique a été focalisé sur la détection d'états physiques pathologiques qui pourraient constituer une menace pour la sécurité des vols.

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 examinateurs aient considéré cette tâche comme faisant naturellement partie du rôle de tout médecin qui procède à un examen médical.

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 alors que bien évidemment, cela pourrait aussi être le rôle du médecin traitant.

Il pourrait être imaginé qu'un pilote soit plus attentif aux conseils donnés par un médecin dit spécialisé dans ce domaine et estimer a contrario que le médecin généraliste, par méconnaissance de l'environnement dans lequel il travaille, a moins de légitimité.

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.

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 de moins de 40 ans, il est recommandé que, tous les deux ans, certains éléments de l'évaluation physique soient omis sans que cela porte atteinte de façon significative à la sécurité des vols. Ainsi un examen du cardiaque, pulmonaire, le contrôle de la tension artérielle et de l'urine, ne sont peut-être pas nécessaires chaque année chez eux. Cela permettrait de consacrer plus de temps aux aspects de santé mentale, d'éducation sanitaire et aux aspects préventifs de santé physique. Cela pourrait, à long terme, améliorer la santé du pilote, et donc la sécurité des vols.

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.

Des facteurs tels que le régime alimentaire, l'exercice physique, le tabagisme, le poids, 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, tels que les antécédents familiaux en matière de santé, le poids ou la pratique d'exercice physique.

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.

Cela est donc aussi valable pour le médecin généraliste. [15] Ceci est d'autant plus vrai que si cette prévention était remise uniquement aux mains du médecin aéronautique, un pilote pourrait au mieux évoquer le sujet durant 10 ou 15 minutes tous les 2 ans. En terme d'entretien motivationnel et de nécessité de changer de comportement, cela pourrait s'avérer assez difficile.

La prévention consiste à éviter l'apparition, le développement ou l'aggravation de maladies ou d'incapacités. Sont classiquement distinguées la prévention primaire qui agit en amont de la maladie (ex : vaccination et action sur les facteurs de risque), la prévention secondaire qui agit à un stade précoce de son évolution (dépistages), et la prévention tertiaire qui agit sur les complications et les risques de récurrence. [134]

### Facteurs de risque cardio- vasculaires

Les objectifs de la prévention cardio-vasculaire primaire et secondaire sont d'améliorer le devenir à long terme des patients en réduisant le risque de développer des complications cardio-vasculaires.

Les pilotes pour la très grande majorité nécessiteront durant leur carrière une prévention primaire par le médecin généraliste ou bien par le biais de leur médecin- examineur.

Ces préventions primaires et secondaires reposent sur différentes interventions d'efficacité démontrée associant une modification des comportements et styles de vie (exemple : sevrage tabagique, activité physique régulière, règles diététiques) et de traitements médicamenteux (antihypertenseur, hypocholestérolémiant antiagrégant plaquettaire, antidiabétique). [135]

Un facteur de risque cardio-vasculaire est défini comme une situation qui majore le risque de survenue d'une maladie cardio-vasculaire chronique, et en particulier de la maladie coronarienne. L'impact du facteur de risque dépend de son niveau et de la durée d'exposition à celui-ci.

Les effets délétères des facteurs de risque se potentialisent. Il est donc recommandé de calculer le niveau de risque individuel avec l'index SCORE (Systematic Coronary Risk Estimation) qui évalue le risque cardio-vasculaire des adultes en prévention primaire. Il mesure le risque d'événement cardio-vasculaire fatal à 10 ans lié à une artériosclérose, chez les individus apparemment en bonne santé, de 40 à 65 ans chez l'homme et de 50 à 65 ans chez la femme.

L'index SCORE intègre cinq facteurs de risque : le sexe, l'âge, le statut tabagique, la pression artérielle systolique et la cholestérolémie totale.

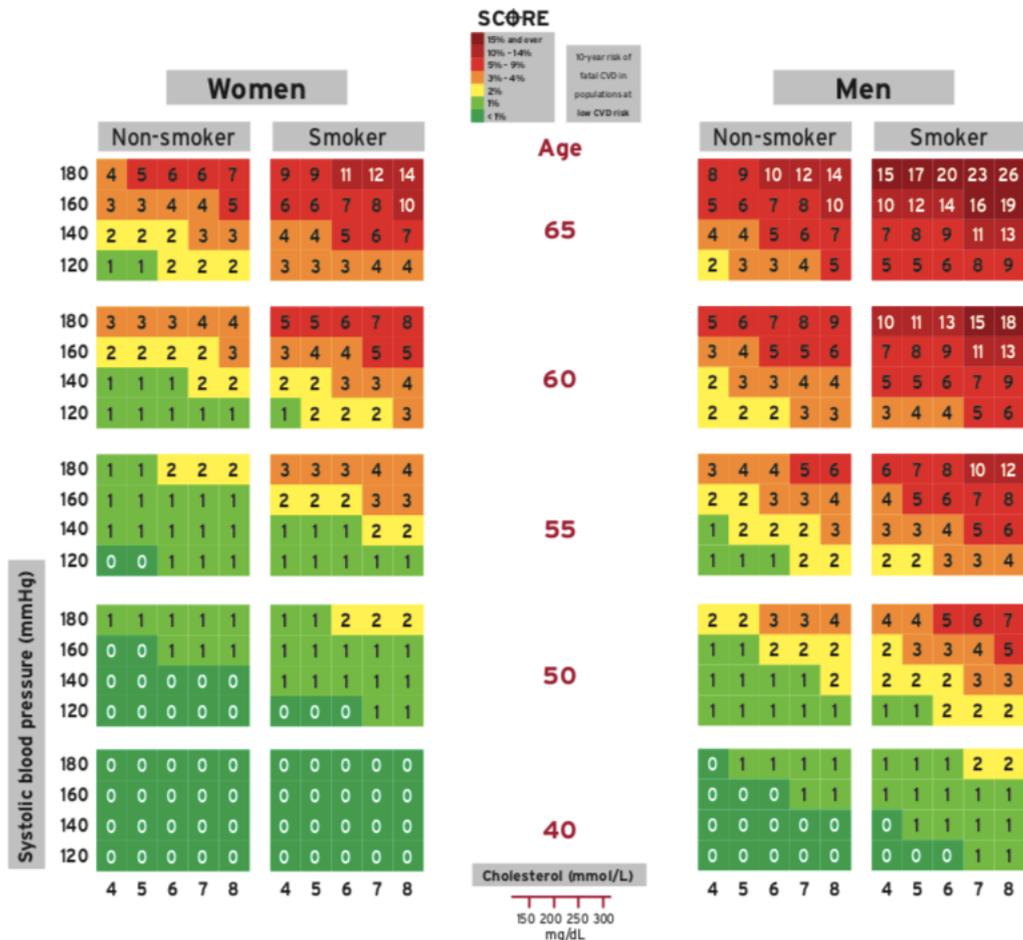
Le risque cardio-vasculaire calculé par SCORE varie selon les pays. Il existe différentes tables selon les niveaux de risque cardio-vasculaire des pays. La France se situe dans le groupe des pays à bas risque cardio-vasculaire. [136]

A savoir qu'un patient diabétique doit être encore plus sensibilisé puisqu'il augmente le risque d'athérome de 3 à 5 fois celui théoriquement donné par ce tableau...

Risque cardio-vasculaire par SCORE pour les pays à bas risque dont la France [137]

# SCORE - European Low Risk Chart

10 year risk of fatal CVD in low risk regions of Europe by gender, age, systolic blood pressure, total cholesterol and smoking status



Les risques sont ainsi rangés en fonction de la couleur, et le chiffre indique le pourcentage de risque à 10 ans d'artériosclérose fatale

*Risque cardio-vasculaire par SCORE pour les pays à haut risque [56]*

# SCORE - European High Risk Chart

10 year risk of fatal CVD in high risk regions of Europe by gender, age, systolic blood pressure, total cholesterol and smoking status



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. Cela devrait commencer par cibler le mode de vie : pas de tabagisme, maintien d'un poids corporel optimal, pas de consommation excessive d'alcool et une activité physique régulière.

Il est toutefois regrettable que cette opportunité soit souvent gaspillée faute de conseils adéquats du médecin- examinateur 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. [15]

Le relais de ces informations par le médecin traitant est d'une importance cruciale.

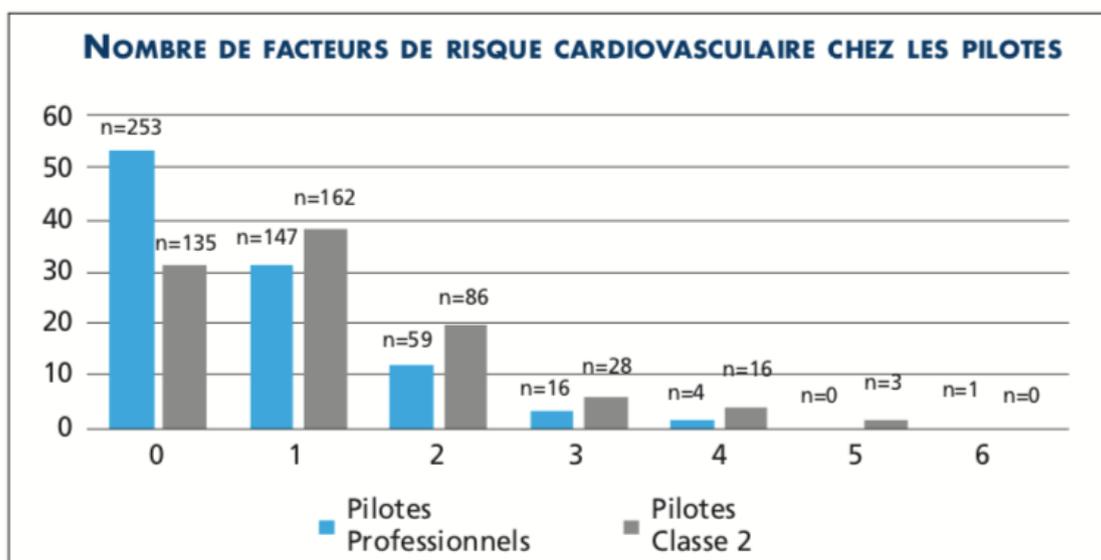
Les pilotes professionnels ont un suivi médical bien plus strict que les pilotes loisir. Ces derniers sont généralement plus âgés, présentent plus de facteurs de risque cardiovasculaire.

Il a été conduit une étude descriptive observationnelle par auto-questionnaires standardisés en 2017.

Les résultats montraient :

- que la consommation d'alcool était plus importante chez les pilotes de classe 2 ( 3 à 8 verres par semaine pour 29 % des pilotes de loisir, contre 16 % des professionnels -  $p < 0,01$ )
- une plus grande fatigue chez les pilotes professionnels ( 51,5 % des pilotes professionnels se disent régulièrement fatigués contre seulement 11 % des pilotes classe 2 -  $p < 0.01$ ).
- un nombre plus important de FDR cardio-vasculaires : 53 % des pilotes professionnels ne présentaient pas de facteur de risque cardiovasculaire contre 31 % des pilotes de loisir (différence significative,  $p < 0.01$ ). Au-delà de 4 FDR, les résultats n'étaient pas significatifs du fait d'effectifs trop petits [138]

*Nombre de FDR CV chez les pilotes professionnels et de loisir [138]*



Au niveau pratique il existe encore beaucoup de dossier médicaux compliqués pour les pilotes suite à des AVC, des accidents coronariens, ...Ces pathologies peuvent être prévenues et les pilotes peuvent voler avec la plupart des traitements utilisés contre les facteurs de risque cardio-

vasculaires. Il serait plus simple de calculer un vrai risque en fonction du patient et de le mettre sous traitement au long court ( kardegic, hypocholestérolémiant, etc...) plutôt que de batailler quelques mois ou années pour rétablir une aptitude au pilotage suite à un événement cardio-vasculaire aigu.

### **1.1.16. Les médicaments**

Les médicaments, tout comme les maladies associées vont avoir une influence sur la sécurité aérienne. Cette partie de la thèse ne dresse pas tous les médicaments autorisés lors de la prise des fonctions aéronautiques. Elle donnera simplement la philosophie élaborée lors d'une prescription par le médecin généraliste. La plupart des médicaments sont spécifiquement mentionnés dans leur chapitre respectif ci-dessus, en fonction de la pathologie.

La réglementation internationale inscrit dans sa réglementation qu'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 traitant. [43]

Cependant en partant de ce principe le médecin généraliste est censé connaître un minimum la réglementation pour savoir où chercher l'information durant sa consultation. A défaut il serait disproportionné que lui même ou bien le pilote appelle un médecin aéronautique pour une simple prescription d'anti- histaminiques par exemple.

Les autorités françaises développent la vente des médicaments sans ordonnance, peut-être par souci économique. Ceci interroge par définition sur le rôle du pharmacien dans le suivi médical du pilote par le biais de sa consommation médicamenteuse.

Un questionnaire anonyme a été distribué à 1500 pilotes professionnels, civils ou militaires, au cours du premier semestre 2009 (participation de 88% avec près des deux tiers de navigants civils). Ce questionnaire a montré que face à un problème de santé courant, plus d'un pilote sur cinq demandait conseil à son pharmacien. et près d'une fois sur deux, le pharmacien ne questionne jamais son patient sur son métier ou ses contraintes professionnelles particulières. De plus une minorité de pilotes (44%), précisent toujours leurs contraintes quand ils recherchent un conseil auprès d'un pharmacien. [139]

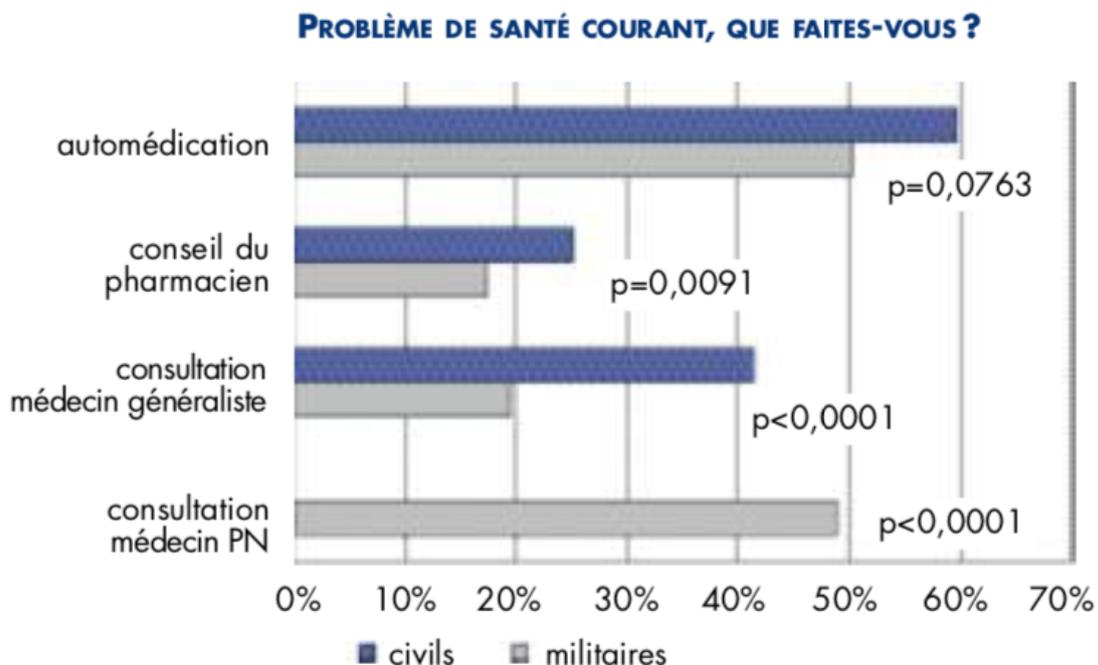
D'autres chiffres montraient que 12% de la population étudiée déclarait avoir un traitement régulier. Ces traitements étaient les suivants :

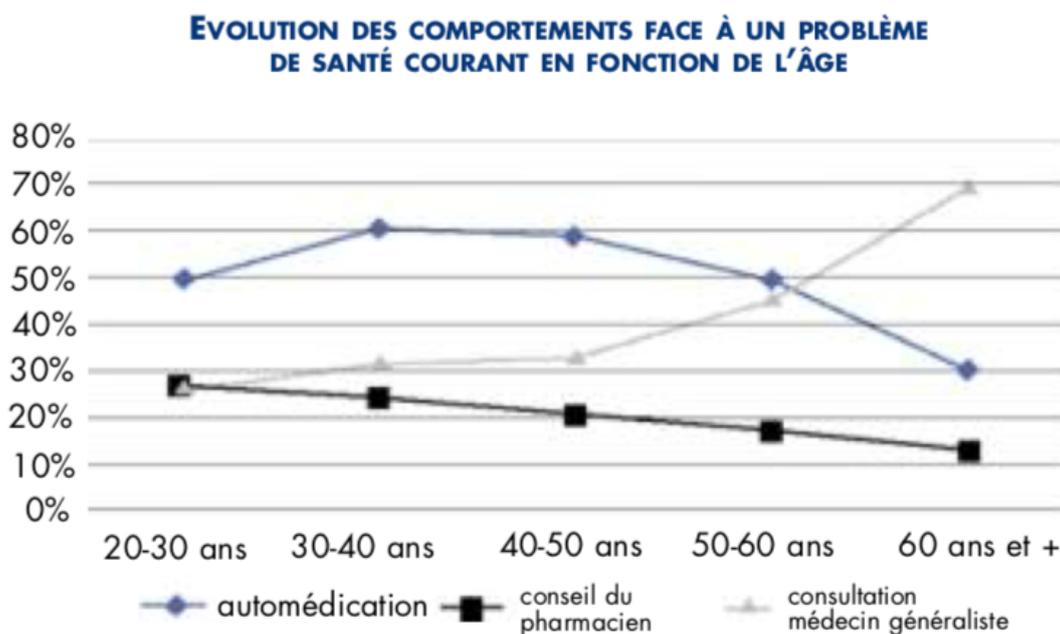
- hypolipémiants (statines et fibrates)

- traitements à visée cardiovasculaire : IEC, ARA II, des antiagrégants plaquettaires,  $\beta$ -bloquants, des inhibiteurs calciques et des diurétiques
- traitements des pathologies pulmonaires et ORL : antihistaminique H1 non sédatif (desloratadine, clarityne et ébastine), corticoïdes par voie nasale, de corticoïdes en inhalation et  $\beta$ 2 stimulant inhalé à action prolongée
- traitements antinéoplasiques : Xagrid® (anagrelide), Novatrex® (methotrexate), et immunosuppresseurs avec Néoral® (ciclosporine) et Cellcept® (mycophénolate mofétil)
- autres : lévothyrox, IPP, POP, metformine, corticoïdes, allopurinol, hypnotiques [139]

Avec cette étude il a été relevé que plus de 50 % des pilotes civils s'auto-médiquaient lors d'un problème de santé d'ordre général. Le passage chez le médecin généraliste arrive en deuxième position pour cette catégorie de population. Cependant le questionnaire révélait également que plus l'âge avançait et plus le médecin généraliste était facilement consulté. Le pharmacien, quant à lui, est plus sollicité par les jeunes.

Graphique indiquant les réponses obtenues à la question : « Lorsque vous avez un problème de santé courant, que faites-vous habituellement ? ». [139]





Une question interrogeait sur les raisons de ne pas consulter un médecin généraliste pour un problème de santé courant. Les raisons rapportées, étaient par ordre de fréquence (décroissante) :

- 1 : la pathologie concernée est anodine
- 2 : la consultation du médecin généraliste est une perte de temps
- 3 : les conseils du pharmacien semblent suffisants
- 4 : la consultation peut entraîner un arrêt maladie
- 5 : un proche a eu les mêmes symptômes, il reste quelques médicaments

Parmi les 20 molécules les plus consommées il était notamment retrouvé par ordre décroissant : paracétamol, pseudoéphedrine (Rhinadvil®, Dolirhume®), ibuprofène, lopéramide, aspirine, diphenhydramine, pheniramine (Fervex®), méphénésine (Décontractyl®), tripolodine (Actifed rhume®), cetirizine, oxomemazine (Toplexil®), mephènesine, zolpidem, tetrazepam, codéine.

Le pharmacien d'officine doit être lui aussi sensibilisé aux métiers de sécurité et à leurs contraintes spécifiques. Il est un acteur clef de l'information des pilotes sur ce danger potentiel pour la sécurité aérienne. [139]

L'incapacité d'un pilote due à la maladie 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. [43]

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 ? [15]

Le médecin traitant est soumis à l'obligation du respect du secret médical qui est général et absolu mais il est aussi soumis à un devoir d'information sur les traitements qu'il prescrit et leurs éventuels effets indésirables. [140] Le médecin généraliste et le médecin du travail se doivent de donner conseil au pilote à propos de leurs traitements et des mesures préventives notamment si, durant la consultation, ils relèvent des facteurs de risque ou des éléments pouvant mettre en péril la capacité physique et mentale du pilote à exercer ses pratiques aéronautiques futures.

Parfois, les médicaments sont utilisés non pour traiter la maladie mais à titre préventif (comme les antipaludéens, les 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. [43]

Les textes européens sont assez tranchés quant à la médication en générale et stipulent qu'un candidat à l'obtention d'une attestation médicale d'une classe quelconque sera exempt : de tout effet primaire ou secondaire de quelque médicament curatif ou préventif 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. [43]

L'élément primordial à garder en tête pour tout médecin généraliste, s'il n'a pas l'occasion de vérifier dans la littérature ou bien s'il ne peut obtenir une réponse avant sa prescription est qu'il vaut

mieux attendre qu'un médicament soit bien établi et que tout effet secondaire soit connu avant d'envisager de reprendre ses activités aéronautiques.

Lors d'une prescription par le médecin généraliste, pour tout patient et a fortiori pour un pilote quel qu'il soit, il est nécessaire d'avoir une attention particulière des effets secondaires sur les différents organes :

- effets sur le système nerveux central (par exemple sédation, euphorie, altération de la fonction cognitive)
- sur le système nerveux sympathique (comme la bradycardie, le myosis, l'agitation)
- sur des sens : toxicité vestibulaire, rétinopathie,...
- toxicité pour des organes (par exemple toxicité pulmonaire), ayant une incidence directe sur l'aviation ou requérant un suivi excessif. [15]

Le système neuro-végétatif 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 (sympathico-adrénergiques) 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. La réaction de ce système est indispensable pendant les périodes de stress ou les situations critiques. Parmi les produits pharmaceutiques sympathomimétiques couramment utilisés, on peut citer l'éphédrine, l'adrénaline, l'amphétamine et l'isoprotérénol.

Les réactions du système neuro-végétatif parasympathique (cholinergiques) 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. Parmi les produits pharmaceutiques de cette classe figurent le bétanéchol, la méthacholine et la pilocarpine.[15]

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 navigants car susceptibles de provoquer agitation, nervosité, tremblements, tachycardie, irritabilité et altération du jugement. [15]

Nombreux sont les États qui voient l'incidence mondiale des substances psychoactives, leur large disponibilité et le nombre sans cesse croissant de consommateurs dépendants comme une menace pour la sécurité aérienne. [40] Le médecin traitant du patient aura probablement un rôle à jouer dans

les carrières de ces pilotes. Près de 90 % des prescriptions de benzodiazépines proviennent de prescripteurs libéraux parmi lesquels les médecins généralistes prescrivent près de 90 % des benzodiazépines anxiolytiques et hypnotiques. [141]

La consommation de substance psychoactive ayant une probabilité d'incidence sur la sécurité du vol par les pilotes doivent les rendre inaptes. Si cette prise de substance psychoactive stabilise la pathologie du pilote, sans effet secondaire significatif, un certificat médical pourra être autorisé avec la limitation OML. Un changement de posologie entrainera également une période d'observation sans certificat jusqu'à stabilisation de l'état de santé du pilote. [43]

Les tranquillisants et sédatifs, dus à leur perte de réactivité chez l'Homme, ont déjà causé des crashes aériens mortels. Dans tous les cas, les indications de prescription signifient probablement un état mental non adapté à l'exercice du métier. [43]

### Les antalgiques

Les médicaments destinés à combattre la douleur peuvent se répartir en deux grandes classes : les narcotiques et les non-narcotiques.

D'ordinaire, les analgésiques non narcotiques (généralement les antalgiques de pallier 1) 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 co-analgésiques (AINS, corticoïdes occasionnels à faible dose) peuvent être autorisés, à condition de respecter leurs nombreux effets secondaires et leurs contre-indications. [142]

Les analgésiques narcotiques (antalgiques de pallier 2 et 3) sont interdits aux titulaires de licence en exercice, simplement en raison de leurs effets 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.

Pour l'EASA la codéine baisse les performances et n'est pas compatible avec l'exercice du métier. [43] A noter que la codéine à faibles doses (moins de 20 mg par unité de prise) présente des effets indésirables nettement moins marqués. Elle est seulement classée de niveau 1 au niveau du pictogramme (boîte du médicament), mais elle reste interdite pour toute activité aéronautique. [143]

En résumé, en cas de doute sur la capacité du pilote à reprendre ses activités avec un nouveau traitement, le médecin généraliste pourra faire preuve de son bon sens habituel : le patient pourra t-il maintenir une activité comme la conduite automobile sans risque ? A t-il une altération de la vigilance ?

Dans tous les cas la dose la plus basse possible devra être recherchée en cas de traitement.

Il pourra s'aider du classique Vidal pour les effets secondaires ou même des pictogrammes inscrits sur les boîtes de médicaments depuis 2005. Aujourd'hui un tiers des médicaments ont un tel pictogramme. Pour rappel ce sont les suivants :

- Les médicaments de niveau 1 (sur fond jaune) : « Soyez prudent. Ne pas conduire sans avoir lu la notice. » Ici le risque est faible pour le pilote et dépend largement de la susceptibilité individuelle et il devra s'abstenir de piloter s'il ressent des effets indésirables potentiellement dangereux. Les AINS, l'Imodium et antihistaminiques les plus récents font partie de cette catégorie. Pour l'AINS c'est surtout l'indication qui posera problème.
- Les médicaments dits de niveau 2 (sur fond orange) : « Soyez très prudent. Ne pas conduire sans l'avis d'un professionnel de santé. » Leurs effets négatifs sont présents chez la majorité des personnes qui le prennent, à des degrés variables. La plupart du temps, ce type de médicament n'est disponible que sur ordonnance. Les effets ont tendance à se stabiliser et certaines activités pourraient être reprises après une phase de stabilisation. Parmi eux nous retrouvons notamment les neuroleptiques (antipsychotiques), les antidépresseurs (moins d'effets secondaires pour les ISRS), les antimigraineux dont font partie les triptans, les opiacés, antihistaminiques de première génération, anti-vomitifs, traitements contre le mal des transports (scopolamine, Mercalm, nausicalm, Nautamine ), les décongestionnants oculaires, Décontractyl® (méphénésine), Actifed rhume® (tripolodine)
- Les médicaments dits de niveau 3 (sur fond rouge) : « Attention, danger : ne pas conduire. Pour la reprise de la conduite, demandez l'avis d'un médecin. » Environ 5 % des médicaments sont classés de niveau 3. Avec ces médicaments, le pilotage sera naturellement interdit. Cette incapacité est temporaire. Compte tenu d'un éventuel effet résiduel (par exemple, après une période de sommeil induite par un somnifère), le médecin traitant pourra guider le patient sur le délai à respecter avant de pouvoir reprendre ses activités. Parmi ces médicaments figurent toutes les benzodiazépines dont font partie les hypnotiques, [143] [144] [145]

En fonction des réponses à ces questions il pourra donner le conseil au pilote privé d'arrêter toute activité le temps de la prise de telles médications, et il pourra délivrer un arrêt de travail au pilote professionnel.

Le pilote devra rester attentif aux indications des médicaments qu'il prendra. Une étude sur questionnaire avait montré que deux tiers des pilotes interrogés déclaraient connaître les pictogrammes réglementaires d'une spécialité pharmaceutique concernant l'aptitude à la conduite de véhicules ou à l'utilisation de machines. Mais moins d'un sur deux recherche systématiquement leur présence sur la boîte avant une prise médicamenteuse. [139]

La promotion de ces pictogrammes s'impose au sein des pilotes mais aussi chez toute la clientèle du médecin généraliste, voire de la population toute entière. Une étude a analysé la prise de médicaments au sein d'une cohorte de 72 685 conducteurs français impliqués dans des accidents de la voie publique entre juillet 2005 et mai 2008. Les molécules de niveau 1, bien qu'ayant des effets reconnus sur les capacités de conduite, ne semblent pas en pratique avoir d'incidence sur l'accidentologie routière. L'usage d'un médicament détenteur d'un pictogramme de niveaux 2 ou 3 est relevé dans 3,3% des AVP. [146]

Un manuel créé par l'OACI sur la prévention de l'usage de substances posant problème sur les lieux de travail en aviation (Doc 9654-AN/945) est consultable sur internet en cas de doute avant une prescription par le médecin généraliste.

L'objet de ce document est de fournir aux États un outil que leurs décideurs pourront utiliser pour choisir la meilleure politique à suivre par leurs services de délivrance de licences. Les compagnies aériennes et les médecins peuvent se servir de ce document pour mettre en œuvre leur stratégies de prise en charge. [147]

En fonction des traitements prescrits par le médecin traitant le médecin aéronautique vérifiera le bien-fondé du traitement. En fonction de l'incidence pour une aptitude aéronautique la réévaluation thérapeutique se fera par un changement ( via lettre au médecin traitant), ou limitation sur la licence, ou inaptitude.

Les médecins 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. [15]

Malgré la non déclaration, la prise de toxiques peut être dosée. Ce dosage des substances psychoactives devrait concerner les opioïdes, cannabinoïdes, amphétamines, cocaïne, hallucinogènes, hypnotiques. Les populations doivent être ciblées en fonction du risque et le dosage d'autres drogues peuvent être ajoutées. Un dosage aléatoire peut aussi être réalisé en fonction des procédures décrites par l'autorité compétente. [43]

Une étude menée aux Etats-unis de 1989 à 2013 sur les analyses toxicologiques des pilotes professionnels et privés a montré que les drogues ( ou l'alcool) ont contribué à 5 % des accidents.

[148] A noter que l'alcool est dosé en France à la première visite médical pour les pilotes de ligne. Pour les pilotes privés il n'y a pas cette obligation.

Au sein de la compagnie Air France par exemple les toxiques dosables sont ceux de l'acronyme CACAO ( cannabis, alcool, cocaïne, amphétamines, opiacés).

Les pilotes sont dans l'ensemble conscients de la spécificité de leur profession et des contraintes qu'elle engendre. Pour autant, ils ne suivent pas toujours les « règles de bonne conduite ». Par exemple, l'automédication est, pour la plupart d'entre eux, la première action. Elle est pourtant à décourager avant d'être encadrée. Tous les intervenants de la sécurité aéronautique dont font partie les médecins traitants devraient rappeler à cette population les dangers de l'automédication. Pour cela il faudrait que le médecin généraliste soit disponible rapidement...

La liste des médicaments interdits tend à diminuer avec les réglementations. L'objectif prioritaire reste l'éducation du pilote et éviter l'automédication ou les prescriptions non encadrées.

Un guide existe à l'attention des pilotes et offre des informations pour le personnel navigant pour consulter ou non son médecin généraliste ou son médecin traitant pour la prise de certaines médications. Il est disponible sur le site de l'EASA « MED.A.020 Decrease in medical fitness- Medication - Guidance for pilots and cabin crew members » [43] et les principaux éléments ont été intégrés à cette thèse.

Quelques règles élémentaires sont à fournir aux pilotes pour limiter l'impact d'une auto- médication s'il n'avait pas la possibilité de consulter :

- éviter de prendre des médicaments différents sur une même période ( potentialisation des effets)
- toujours prendre un nouveau traitement au cours d'une interruption de vols de quelques jours
- laisser un intervalle de temps minimum entre la prise et le vol (tenir compte de la demi-vie )
- rechercher systématiquement les pictogrammes, concernant l'aptitude à la conduite, sur les emballages des médicaments puis lire entièrement la notice
- informer les pilotes sur ce qu'est un médicament, comment il agit et pourquoi il peut être aussi dangereux pour leur métier (pharmacocinétique et pharmacodynamie) [139]

## 1.2. Le psychologique

### 1.2.1. Le psychiatrique

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. Etant donné qu'il existe des preuves 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. [15]

Sur le point de vue psychologique, les pratiques actuelles de sélection et de suivi des pilotes en France se sont développées à partir de la 1ère guerre mondiale, lorsque face à l'afflux des candidats pilotes il a fallu répondre à 2 questions : ce candidat est-il en capacité (cognitive et psychomotrice notamment) de piloter ? Ce candidat au pilotage est-il médicalement apte à supporter les contraintes rencontrées en aéronautique ? La première question a donné lieu à des développements dans le domaine psycho-professionnel (la sélection, les facteurs humains, l'entraînement et les contrôles en simulateur ou en vol). La deuxième question a conduit à des développements dans le domaine de l'aptitude médicale à laquelle sont rattachés les aspects médico-psychologiques. En règle général, pour un pilote trois acteurs interviennent : pour la réglementation le médecin à normes et le médecin du travail, et le médecin traitant pour la médecine de soins de façon occasionnelle.

Le suivi psychologique des pilotes de ligne est un tout complexe qui s'appuie sur des mesures multiples mises en œuvre par des acteurs médicaux et non médicaux, dès l'admission puis tout au long de la vie professionnelle du pilote. [140]

Par exemple, au sein de la compagnie Air France, la sélection et le suivi psycho-professionnel sont présents tout au long du parcours du pilote de ligne :

- 1. La sélection à l'embauche : l'objectif est d'évaluer les facultés des candidats à l'aide de tests psychotechniques et psychomoteurs, ainsi que leur comportement en groupe. A l'issue de ces épreuves, un entretien individuel avec pilote et psychologue est réalisé.
- 2. Les séances en simulateur de vol tous les 6 mois : dans cet exercice les compétences techniques des pilotes ainsi que leurs aptitudes non techniques (leadership, prise de décisions, communication) sont évaluées. Ces séances ont un objectif professionnel, mais elles sont réalisées sous fort facteur de stress et constituent ainsi une véritable mise à l'épreuve de la stabilité émotionnelle des pilotes. Elles sont donc parfois l'occasion de mettre à jour des

difficultés d'ordre personnel ou autre. Dès lors, grâce à l'accompagnement professionnel et avec l'accord de l'intéressé, la médecine du travail ou le médecin traitant peuvent intervenir.

- 3. Un cadre PNT est en charge des risques psycho-sociaux : les pilotes en difficultés ont recours à cette aide avec le projet GAIN (Groupe d'Accompagnement Individuel). De plus, les pilotes disposent d'un numéro d'appel en cas d'urgence.

Tous ces « filtres » créent un maillage serré qui offre des possibilités de repérage et d'orientation de pilotes en difficultés. Cette orientation peut se faire avec l'accord du pilote vers le médecin traitant ou le médecin du service santé au travail ( elle ne peut pas se faire vers le médecin aéronautique). En cas d'urgence, la Compagnie peut s'adresser directement à la DGAC si elle souhaite obtenir un avis médical d'aptitude classe 1.

Ce maillage serré, par définition, n'est pas aussi présent dans un contexte de loisir. D'ailleurs celui-ci perdrait tout son intérêt. Ainsi le partenaire le plus privilégié pour ces pilotes pourrait être le médecin traitant. Ce dernier est sera en général au courant de toutes les pathologies de son patient, de ses traitements, de sa situation de vie en générale. En effet les événements actuels de la vie peuvent compromettre la performance des titulaires de licences. [15]

En plus de ce maillage, il existe une évaluation psychiatrique qui est réalisée à chaque examen. Celle-ci est réalisée par l'AME au moyen d'une discussion générale sur la santé mentale de ce dernier, pouvant inclure l'humeur, le sommeil et la consommation d'alcool ou de drogues. Le médecin doit observer le candidat au cours de l'examen et évaluer l'état mental de ce dernier sous les rubriques générales de type apparence, discours, humeur, réflexion, perception, cognition, perspicacité du candidat. Par exemple, les instructions concernant le remplissage des formulaires de rapports d'examen médicaux au Royaume-Uni précisent que l'évaluation psychiatrique doit porter sur l'apparence, l'humeur, la réflexion appropriées, et tout comportement inhabituel. [45]

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.

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 dans de nombreux pays occidentaux. 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 alors que 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. Ainsi d'après l'OACI,

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.

A la fin de son examen clinique, en cas de doute sur la santé mentale d'un candidat le médecin examinateur peut demander une évaluation plus poussée sur le plan psychologique et psychiatrique. Cette évaluation se fera par l'intermédiaire d'un psychiatre ayant des connaissances suffisantes en médecine aéronautique. Il devra rédiger un rapport écrit au médecin examinateur ou au centre aéromédical en détaillant son point de vue et ses recommandations. [43]

### Généralités sur l'examen psychiatrique :

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. Généralement ceci est 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-examinateur 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. [15]

Les questions ne sont pas forcément posées verbalement par le médecin-examinateur, parfois elles sont données à lire au candidat avant l'examen.

Les textes réglementaires stipulent qu'un candidat à un certificat d'aptitude ne devra pas présenter ni antécédents médicaux reconnus, ni diagnostics cliniques révélant :

- 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
- un trouble de l'humeur ( même un seul épisode hypomaniaque)
- un trouble psychotique, lié au stress ou somatoforme
- un syndrome comportemental lié à des perturbations physiologiques ou à des facteurs physiques
- un trouble de la personnalité ou du comportement
- un trouble schizophrénique, schizotypique ou trouble délirant
- un retard mental
- un trouble du développement psychologique

- un trouble comportemental ou émotionnel, qui a pris naissance pendant l'enfance ou l'adolescence
- une tentative de suicide ou automutilation
- 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 [15] [43] [45]

Ce listage reste assez global et n'est pas très précis sur certaines pathologies. Par exemple un épisode délirant aigu peut inclure par exemple tous les symptômes de la schizophrénie mais ne dure pas plus d'un mois. Il est en général suivi d'un rétablissement complet. 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.

Tous les cas étant différents une évaluation par un psychiatre sera nécessaire avant de prendre une décision définitive. [15] [43]

La règle générale est que si un AME doute sur la santé mentale de son candidat, alors il l'adresse à un psychiatre ayant une formation en aéronautique (via courrier), et en prévient le pôle médical de la DGAC s'il l'estime nécessaire (par exemple si absence de retour du candidat, ou bien pathologie psychiatrique qui apparaît d'emblée évidente).

### Trouble dépressif

La dépression est l'un des troubles psychiatriques les plus courants. Selon plusieurs études, environ 10 % de la population générale a déclaré avoir connu une période de dépression. Les troubles dépressifs peuvent survenir à tout âge, y compris dans l'enfance, mais apparaissent le plus souvent pour la première fois à la fin de l'adolescence ou au début de l'âge adulte.

L'Organisation Mondiale de la Santé définit la dépression comme un trouble mental courant, caractérisé par la tristesse, la perte d'intérêt ou de plaisir, des sentiments de culpabilité ou de faible estime de soi, des troubles du sommeil ou de l'appétit, une sensation de fatigue et un manque de concentration. À son paroxysme, elle peut conduire au suicide.

Lorsqu'elle est légère, on peut traiter les patients sans médicaments, mais une dépression modérée ou grave peut nécessiter une médication et une psychothérapie menée par un professionnel de santé. [45]

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.

Chez les personnes qui ont connu un épisode dépressif grave, le risque de récurrence est d'environ 50 %. Les troubles dépressifs étant de nature récurrente, il est indispensable que le patient guéri 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.

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 ou à des drogues. [15]

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.

Dans quels cas un pilote pourrait-il voler sous antidépresseurs ?

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 après prescription par leur médecin traitant, mais sans le signaler aux autorités de réglementation.

Un article de l'Aerospace Medical Association que, 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 leur autorité.

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. Cependant il faut noter que 93 % des médicaments dosés dans cette étude avaient bien été déclarés par les pilotes. [149]

Un article paru lors de la réunion scientifique annuelle de 2002 de l'Aerospace Medical Association, a relevé que 1200 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.

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. [15]

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. 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 découvrieraient, 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. [150]

Ainsi un document de position de l'AMAS, qui fournit des avis aéromédicaux pour les pilotes, 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 :

- il importe d'établir le diagnostic. Les inhibiteurs sélectifs de recapture de la sérotonine (ISRS) 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
- les patients développent généralement des réactions indésirables aux ISRS au début du traitement mais ces effets secondaires diminuent souvent lorsque le patient s'habitue physiologiquement au traitement.
- les nouveaux ISRS 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. [15]

L'usage de médicaments antidépresseurs chez les pilotes et les contrôleurs de la circulation aérienne a été traditionnellement disqualifiant en raison de l'état pathologique sous-jacent et des effets secondaires. Ces dernières années, l'utilisation d'inhibiteurs spécifiques de recapture de la sérotonine (ISRI) 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. Des études ont montré que l'existence de programmes permettant aux pilotes de prendre des antidépresseurs, dans des conditions spécifiques et dans le cadre d'une surveillance

médicale étroite, est bénéfique pour la sécurité des vols. Cela contrecarre le fait que des pilotes puissent choisir de voler en étant dépressifs, avec ou sans médicament. Cela peut également renforcer l'auto-déclaration.

Les États devraient donner des orientations sur les médicaments préférés ayant moins d'effets secondaires, tels que la sertraline, le citalopram et l'escitalopram.

Les États peuvent, au cas par cas, certifier l'aptitude médicale de candidats à qui un ISRS approuvé a été prescrit 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 comme une limitation aux opérations d'aéronefs en équipage multiple.

La certification par les États de l'aptitude médicale de pilotes prenant des médicaments acceptés par le Service de délivrance des licences devrait être soumise à certaines conditions :

- être stabilisé en prenant une dose établie de médicaments pendant au moins quatre semaines avant de reprendre ses fonctions et ne présenter que des effets secondaires minimes et acceptables
- 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. La thérapie cognitivo-comportementale est souhaitable.
- n'avoir aucune autre comorbidité psychiatrique importante
- ne requérir aucun autre traitement médicamenteux psychotrope
- prouver que les symptômes de dépression sont bien maîtrisés, sans indice de retard psychomoteur
- n'avoir aucune idée ou intention suicidaire
- n'avoir aucun antécédent de symptômes psychotiques
- avoir une structure du sommeil normale
- avoir résolu tout facteur significatif ayant entraîné la dépression.

Les pilotes 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 (sommolence, confusion, manie). Ils feront de même si le dosage est réduit dans la perspective d'un arrêt du traitement (pendant toute la période de sevrage, plus une période d'au moins deux semaines).

L'utilisation d'outils d'évaluation objectifs est encouragée pour le suivi de ces titulaires d'un certificat. L'échelle de dépression de Hamilton est un de ces outils. C'est un test d'évaluation de l'intensité des symptômes dépressifs, facilement utilisable dans un cabinet de médecine générale et retrouvée sur internet. Cette évaluation permet de coter une dépression et d'en assurer le suivi. Plus la note est élevée, plus la dépression est grave :

- de 10 à 13: les symptômes dépressifs sont légers
- de 14 à 17: les symptômes dépressifs sont légers à modérés
- au dessus de 18: les symptômes dépressifs sont modérés à sévères [15] [45]

En France, en 2016, aucun AME n'avait jamais délivré de certificat médical à un pilote ayant déclaré l'utilisation de médicaments antidépresseurs. Les prises en charge évoluent.

Les règlements européens (UE) précisent qu'après le rétablissement complet d'un trouble de l'humeur, si la stabilisation sous médicaments psychotropes est confirmée, une éventuelle déclaration d'aptitude requerra une limitation multi-pilote.

Cependant, bien que ceci soit autorisé par les règlements de l'UE, tous les pays européens ne disposent pas de politiques et lignes directrices techniques clairement établies concernant l'utilisation de médicaments antidépresseurs par les pilotes. 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. [15]

### Addiction

Pour ce qui est d'une dépendance à une substance psychoactive l'EASA préconise d'attendre 2 ans de sevrage avant de rétablir l'attestation médicale du pilote. Cette durée pourra être raccourcie mais avec une restriction OML. [43]

L'EASA prévoit depuis février 2021 le dépistage systématique et aléatoire de substances psychotropes en vue de garantir l'aptitude médicale des membres de l'équipage de conduite et de cabine et de certains personnels critiques pour la sécurité. Ces exigences ont été définies par la Commission suite aux recommandations émises par l'EASA afin de répondre aux risques mis en évidence suite à l'accident du vol 9525 de Germanwings en 2015, à savoir les risques psychologiques et les addictions.

Ces dépistages se feront :

- à la suite d'un soupçon raisonnable (signes physiologiques ou de preuves matérielles)
- lors de l'embauche
- après un incident grave ou un accident
- si besoin de manière aléatoire ou après un retour au poste ( ces deux derniers restent facultatifs)

La liste des substances à tester est de la responsabilité de l'exploitant. L'Etat détecte l'usage de psychotropes appartenant aux 5 familles suivantes (CACAO) :

- Alcool
- Cannabiniques

- Amphétaminiques
- Cocaïniques
- Opiacés [151]

### **1.2.2. Fatigue et trouble du sommeil (jet-lag, SAHOS)**

#### Fatigue

La fatigue n'est pas présente par le fruit du hasard. Elle peut être en partie contrôlée. Passé le cursus initial en pilotage et en navigation, les futurs pilotes de ligne sont formés au travail en équipage et aux facteurs humains. C'est la capacité à obtenir le meilleur de chacun des membres d'équipage qui va permettre de faire les bons choix. On appelle cela le Crew Resource Management (CRM). Ce concept regroupe :

- La gestion de la fatigue, du stress et de la charge de travail
- Le partage de l'information
- La prise en compte de l'erreur (qui est humaine) et la capacité à y répondre
- La conscience de la situation
- Le leadership et la capacité de travail en équipage.

Ainsi cela fait partie des compétences du pilote que de se connaître et savoir gérer sa fatigue pour appréhender au mieux et en toute sécurité ses futurs vols.

Des conseils de la part d'un personnel médical formé pourront l'aider dans cette démarche.

La fatigue est un motif de consultation très fréquent en médecine. Le milieu aéronautique, où elle fait peser un risque certain sur la sécurité aérienne, réunit un grand nombre de contraintes susceptibles de la générer. [152]

La charge cognitive imposée au pilote dans le cadre de missions variées et complexes est désormais soulignée avec une prévalence significative de la fatigue opérationnelle. La médecine aéronautique a naturellement intégré cette nouvelle dimension, en étoffant la démarche d'expertise dédiée à la sécurité des vols. Cette dernière ne se limite pas à la seule recherche pertinente d'un état morbide, patent ou quiescent, à risque d'aggravation ou de retentissement en vol. Désormais, elle s'investit aussi dans l'étude de facteurs susceptibles d'altérer les performances cognitives du pilote. Ainsi, les difficultés de jugement, de concentration, les troubles de la vigilance en rapport avec une fatigue ou une somnolence sont activement recherchés dans des contextes d'emploi soutenu, de

surmenage, de fatigue opérationnelle ou d'altération des rythmes veille/sommeil liés au cadre opérationnel. [44]

La fatigue fait d'ailleurs partie de la « most wanted list » du NTSB en 2020. Cette liste énumère les points clés à travailler afin de réduire le risque d'accident dans le transport public. [157]

La définition de la fatigue est la suivante : « 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 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. »

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.

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.

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.

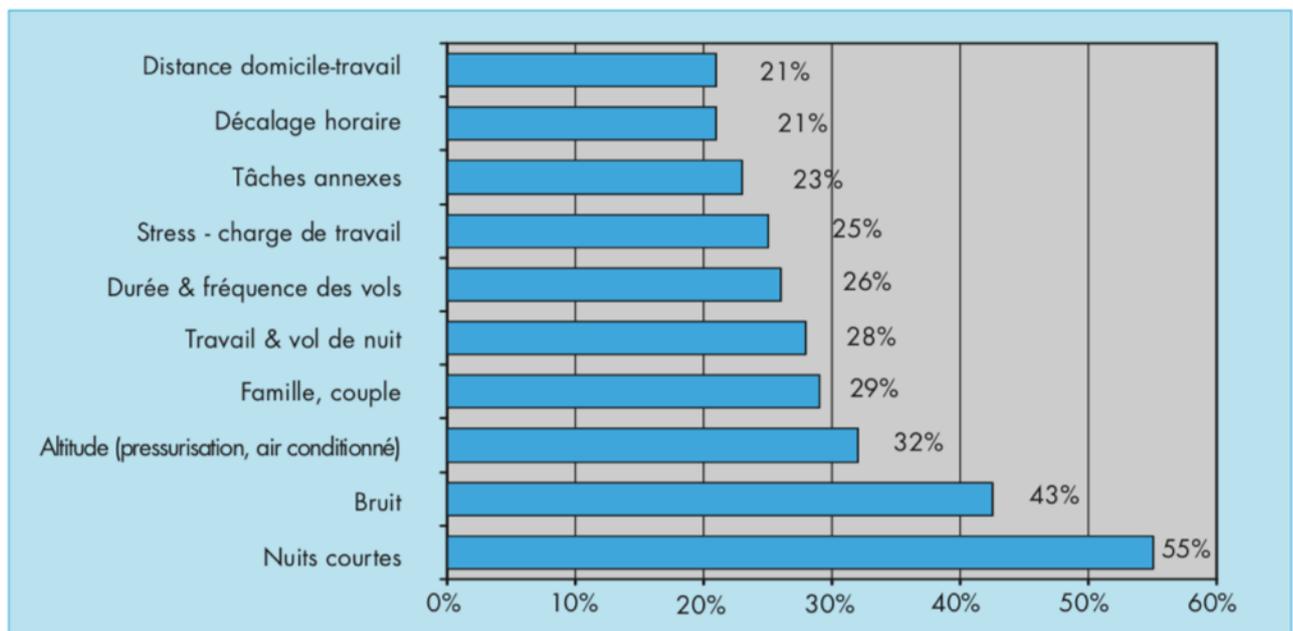
Pour assurer que la fatigue des titulaires de licence ne compromette pas la sécurité d'un vol, des documents normatifs spécifient des limitations du temps de vol et des périodes de service. Ces heures de travail ne devraient être dépassées par aucune compagnie aérienne sous peine de sanctions. De plus la plupart des vols commerciaux comptent deux membres d'équipage de conduite : un commandant de bord et un officier pilote (autrement appelé 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 ( ce qui est rare), 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. Les temps de repos permettent aussi de casser la monotonie d'un long vol. [15]

Une enquête descriptive multicentrique a été réalisée en 2008 à partir de questionnaires anonymes distribués lors des visites d'aptitude d'une population de navigants professionnels français. Le ressenti subjectif des navigants a été évalué par des questions ouvertes ou semi-ouvertes et par des échelles validées de somnolence (Epworth), de fatigue (Pichot et MFI-20) et de stress (Karasek et SPPN).

La participation était de 79% avec 2 368 questionnaires exploités. La composition était pour 1/3 des militaires et 2/3 de civils, et les pilotes étaient majoritairement représentés (57%). Dans l'année écoulée, les arrêts de travail ont concerné 26,7% de la population étudiée et les accidents du travail 6,8%. Les contraintes jugées les plus fatigantes étaient les nuits courtes (54,6%), le bruit (42,5%), le travail de nuit (27,8%) et les décalages horaires (20,6%). Pour l'aéronautique civile commerciale, le secteur « long-courrier » était décrit comme le plus pénalisant, aussi bien en termes de fatigue que de stress et d'arrêts de travail. [158]

*Contraintes fatigantes le plus fréquemment citées. [158]*



Trouble du sommeil : généralités

A la description précise de cette fatigue et des éléments cliniques pouvant l'accompagner, il est nécessaire d'apprécier la fluctuation de la vigilance diurne avec l'échelle subjective de somnolence d'Epworth (score pathologique à partir de 10/24) et de rechercher un trouble de l'installation du

sommeil (difficultés d'endormissement) ou de son maintien (éveils nocturnes, réveil trop précoce), caractérisant alors l'insomnie. [152] Il est également impératif d'aller investiguer des potentiels troubles du sommeil.

Entre 30 et 50 % des adultes en France ont déclaré la présence d'un trouble du sommeil. En utilisant une classification plus stricte, telle que celle du DSM-IV, la prévalence de l'insomnie concernait entre 15 et 20 % de la population. [159]

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 (douleur chronique, narcolepsie, apnées du sommeil, troubles épisodiques du mouvement).

Les troubles du sommeil peuvent être 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.

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). [15]

Avant d'aller prescrire un hypnotique il convient de s'assurer que les règles de mises en conditions pour un sommeil sont réunies :

- dormir selon les besoins, mais pas plus ; éviter les siestes trop longues (> 1 h) ou trop tardives (après 16h)
- Limiter le bruit, la lumière et une température excessive dans la chambre à coucher
- Éviter la caféine (4 à 6 heures pour que l'effet stimulant s'estompe), l'alcool et la nicotine
- Pratiquer un exercice physique dans la journée, mais en général pas après 17 h (une bonne condition physique est un avantage et l'exercice peut améliorer le sommeil)
- apport en nourriture de moins de 20 % des besoins énergétiques quotidiens (2h avant de se coucher)
- Éviter les repas trop copieux trop gras le soir.

Ces règles peuvent parfois suffire à restaurer le sommeil en cas d'insomnies légères et sans comorbidité. [160]

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. [160]

### Trouble du sommeil : prise en charge thérapeutique du jet lag

La contrainte du jet-lag a pu être définie en première partie de cette thèse.

La vitesse de l'avion de ligne est « plus rapide que le soleil ». Traverser les fuseaux horaires n'est pas une chose naturelle pour le corps. Celui-ci doit alors constamment s'adapter. Ce phénomène d'adaptation n'est pas chose facile et quelques conseils permettent d'accélérer ce processus. Cela est vrai pour tout voyageur traversant les continents, incluant les pilotes, mais aussi les touristes et voyageurs d'affaires.

Ces conseils peuvent donc aussi bien se prêter à un pilote demandant des renseignements, qu'à un patient qui emprunte régulièrement les avions pour son travail.

### **Moyens physiologiques**

Même si l'utilisation de la mélatonine, chère aux anglo-saxons, fait débat, l'ensemble des auteurs s'accordent sur l'optimisation des facteurs relevant de l'hygiène du sommeil, c'est à dire de l'utilisation des Zeitgebers évoqués au début de cette thèse.

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. [161]

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 01h00 et 05h00, soit durant la période où l'on doit naturellement se sentir le plus somnolent. Ces rythmes quotidiens, dits « circadiens » (« 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 ». Cependant, cette envie de sommeil ressentie l'après-midi en post prandial existera même chez un patient à jeun. [161]

Lorsqu'on traverse des fuseaux horaires, l'ajustement de « l'horloge biologique » à l'heure locale prend quelques jours, voire plus lorsqu'ils traversent de nombreux fuseaux. S'ils sont loin de leur base d'affectation que pour deux ou trois jours, on considérera l'horloge biologique comme encore à l'heure de la base. Cela signifie que leurs périodes de somnolence naturelles correspondront au créneau 01h00-05h00 et au milieu de l'après-midi du fuseau horaire de leur base d'affectation. Ce sont ces heures-là qu'ils devraient cibler pour dormir.

Par exemple cette période de somnolence d'après midi continue à se produire pendant environ les deux premiers jours d'exposition à un nouveau fuseau horaire.

Bien évidemment pour faire « croire » à notre cerveau qu'il est encore dans son lieu de base quelques conseils sont à mentionner :

- pour la lumière : il faut occulter la pièce, à l'aide de tentures opaques ou d'œillères
- pour le bruit : bouchons d'oreille
- la température doit être proche de 20° C
- suivre une routine ou un rituel avant d'aller se coucher ( comme à la maison)
- 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. Des siestes de plus de 45 minutes provoquent une sensation de somnolence au réveil, appelée « inertie du sommeil », qui peut altérer la performance pendant au moins 20 minutes. En escale il vaut mieux les coïncider avec les moments de « l'après- midi » du lieu de base. [15]

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.

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). [161]

Les principes suivants pourront aider au processus de resynchronisation du cycle de la mélatonine :

- s'exposer à la lumière le matin va avancer l'horloge biologique et s'exposer le soir va la retarder. S'il est décidé de ne pas se resynchroniser ou de limiter l'exposition, le port de lunettes de soleil est possible.
- gestion du sommeil : celle-ci peut être anticipatoire dans la préparation du voyage (retarder le coucher lors d'un vol vers l'ouest d'une à deux heures quelques jours avant le départ par exemple) mais repose aussi sur la possibilité de « petits sommes » qui ne doivent pas dépasser 15 à 20 minutes et dont les effets bénéfiques sur les performances ont été démontrés (même s'ils les diminuent transitoirement immédiatement après). Enfin dans l'avion, il ne faut pas dormir au cours des phases diurnes de la destination d'arrivée (ceci est vrai pour un passager principalement)
- pratique d'activités physiques (ou intellectuelles) dans les plages conseillées d'exposition à la lumière est possible.
- l'alimentation peut également jouer un rôle et la prise successive de petits repas comprenant des hydrates de carbone complexes ( riz, pâtes, pommes de terre, semoule,...) et des aliments protido-lipidiques permet d'assurer un apport calorique suffisant sans provoquer de pic insulino-glucidique péjoratif au maintien de la vigilance. [32]

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. [15]

### **Moyens pharmacologiques**

L'utilisation de la mélatonine est courante dans les pays anglo-saxons, plus confidentielle en France où la spécialité disponible Circadin 2 mg® possède une seule indication l'insomnie du sujet de plus de 55 ans. Il n'y a pas d'AMM dans le jet lag. [32]

La consommation, hors prescription médicale, de mélatonine, hormone épiphysaire impliquée dans le déclenchement du sommeil, par certains PN soumis de manière récurrente aux décalages horaires est une réalité. Dénuée d'effets secondaires aux doses thérapeutiques, elle pose le problème de son ravitaillement à l'étranger où elle est distribuée dans certains pays en vente libre sans véritable contrôle sanitaire. [152]

Synthétisée à partir de glande pinéale de bovins, sa demi-vie est de quatre heures et elle diminue le niveau de vigilance jusqu'à cinq heures après son administration (conduite interdite). Il ne semble pas exister d'autres effets secondaires rédhibitoires mais son utilisation à long terme peut poser question (stimulations hormonales croisées).

Pour les passagers de très nombreux protocoles existent principalement dans les vols vers l'est (3 à 5 mg à 18 heures et 19 heures locales la veille et le jour du départ puis au coucher pendant les quatre premiers jours à destination par exemple. Dans les vols vers l'ouest les données sont plus discutées (0,5 mg dans la deuxième partie de la nuit à destination par exemple). En effet, vers l'ouest, compte tenu de la sensibilité maximale des récepteurs de la mélatonine en fin d'exposition lumineuse, il est plus difficile d'obtenir un retard de phase par la mélatonine exogène. [32]

D'après certaines données, l'utilisation de la mélatonine aurait pu s'avérer utile pour accélérer la resynchronisation du rythme circadien mais elle n'est pas recommandée pour les membres d'équipage pour différentes raisons :

- le moment de la prise de mélatonine est important. 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. Elle est prise les jours suivant l'arrivée, dans la matinée pour les vols vers l'ouest et au coucher pour les vols vers l'est.
- il peut y avoir des effets secondaires à long terme
- 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.
- La quantité de mélatonine requise pour synchroniser les rythmes circadiens reste un sujet de recherche. Les doses habituellement utilisées vont de 0,5 à 2 mg/j. Les doses supérieures à 5 mg sont associées à un effet hypnotique.
- cette substance n'est pas un produit pharmaceutique approuvé et est disponible en tant que « complément alimentaire » dans de nombreux États contractants, même si certains en réglementent la vente, en la soumettant à prescription. [15] [114]

Si elle 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 traitant ou médecin examinateur.

Pour les psychostimulants il s'agit principalement de l'utilisation de la caféine et de sa forme à libération prolongée (300 mg) qui a prouvé son efficacité en augmentant les performances, en respectant le sommeil et ne dépassant pas le seuil d'apparition des effets secondaires. La prise d'un

expresso peut remplacer ce comprimé, le matin et à midi (à destination) mais le pic est précoce (une heure), la durée d'efficacité est courte et au dessus du seuil pendant trois heures.

L'efficacité des hypnotiques a été démontrée par rapport au placebo dans le traitement de l'insomnie. La quantité d'effet est faible, de l'ordre d'une heure de sommeil gagnée par nuit. Cette efficacité a été essentiellement évaluée sur de courtes périodes (entre une nuit et 6 semaines). Le maintien d'une efficacité à plus long terme n'a pas été démontré. [160]

La prescription d'hypnotiques, benzodiazépines ou apparentés, ne doit pas être banalisée, car, si elle facilite le sommeil, elle ne résout pas les causes de l'insomnie et peut être à l'origine de nombreux effets indésirables aux conséquences parfois graves. Le médecin généraliste ou le médecin examinateur devront donc investiguer sur ces différentes causes : hygiène du sommeil, SAOS, dépression ou un autre trouble psychiatrique...

Cependant il faut retenir qu'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.

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).

Le type de somnifère recommandé variera selon que le sujet a besoin d'un inducteur de sommeil ou les situations où la période de sommeil est censée être courte (à courte demi-vie) ou d'un produit qui agit sur la durée du sommeil (sommeil est interrompu par des réveils fréquents).[15]

En 2020 en France, 5 benzodiazépines et 2 molécules apparentées sont remboursées dans la prise en charge des troubles sévères du sommeil à court terme. La durée de prescription est limitée à 4 semaines. La prescription n'est pas renouvelable et il faut éviter de cumuler plusieurs médicaments psychotropes. Il s'agit des :

- benzodiazépines : Estazolam (Nuctalon®), Loprazolam (Havlane®), Lormétazépan (Noctamide®), Nitrazépan (Mogadon®), Témazépan (Normison®)
- molécules apparentées : Zolpidem (Stilnox®), Zopiclone (Imovane®) [160]

Les somnifères ont impact sur la proprioception, peuvent engender une confusion et baissent le temps de réaction. Avant leur prescription l'avis d'un médecin aéronautique doit être pris. [43]

En France, 3,4 % des accidents mortels de la route sont attribuables aux médicaments : parmi eux, la moitié est liée aux benzodiazépines. [145]

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.

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 (Stilnox®) en dose de 10 mg.

Après un vol transméri dien les agents hypnotiques dont la durée d'efficacité est comprise entre trois et cinq heures (Zolpidem®, Zopiclone®) peuvent être prescrits pour induire le sommeil pendant la phase d'adaptation. [32]

Ainsi 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 (Normison®), le zolpidem (Stilnox®) 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 (recommandé comme approprié par l'Association de médecine aéronautique et spatiale). La prise ne sera d'ailleurs jamais quotidienne.

Le changement d'un médicament pour un autre n'est justifié que si le patient a des effets indésirables en rapport direct avec le produit utilisé. [15] [160]

Pour les benzodiazépines anxiolytiques, hypnotiques et pour le clonazépam, les effets indésirables sont essentiellement des affections du système nerveux (sommolence, comas, pertes de conscience, amnésie), des atteintes psychiatriques (état confusionnel, agitation, pharmacodépendance, abus). [141]

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. Ce somnifère s'est révélé efficace dans l'environnement aéronautique. [15]

Les membres d'équipage de conduite et de cabine recourant à des somnifères devraient être maintenus sous la surveillance étroite de leur médecin traitant. [15]

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. [15]

A noter qu'une dépendance aux hypnotiques est possible, même en l'absence de facteur de risque de dépendance et les hypnotiques peuvent être un facteur d'entretien de l'insomnie, notamment en raison du rebond d'insomnie qu'ils peuvent induire à l'arrêt.

Pour les cas des insomnies chroniques, non temporaires, et quand la situation semble devoir durer plusieurs semaines, il est recommandé de proposer un traitement non pharmacologique, notamment une prise en charge psychologique de type cognitivo-comportementale. Aucun médicament n'est indiqué dans le traitement de l'insomnie chronique. [160]

### Syndrome d'apnées obstructives du sommeil

Vu la baisse de capacité fonctionnelle, les personnes atteintes d'insomnie persistante posent un risque particulier pour l'environnement aéronautique. C'est pourquoi un SAHOS devra être diagnostiqué et traité rapidement notamment par le biais du médecin généraliste qui sont autorisés à pratiquer les polygraphies et ont la possibilité, après une formation, de réaliser ces dépistages dans la population générale.

Les SAHOS sont à la fois courants et sous-diagnostiqués dans la population générale et parmi les équipages et elles engendrent une fatigue similaire à celle générée par d'autres causes.

Une étude transversale a été réalisée sur 612 pilotes professionnels d'aviation commerciale en France en 2010. Celle-ci retrouvait une prévalence de 5,9 % de SAOS chez ces pilotes, hommes et femmes, âgés de 19 à 65 ans. Un chiffre inférieur à celui de la population générale par biais de sélection (obésité chez 5 % de la population pilote contre plus de 13 % en France et prévalence moins importante en terme de comorbidités chez ces « travailleurs sains »).

Par ailleurs un peu plus de 16 % se plaignaient d'insomnie chronique et 0,68 % d'entre eux consommaient des hypnotiques. [162]

La prévalence du SAHOS modéré à sévère (IAH au moins égal à 15/h et symptômes diurnes) estimée à 14% chez les hommes et 6% chez les femmes adultes et les principaux facteurs de risques sont le sexe masculin, l'âge et le surpoids. [163]

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. [15]

Le SAHOS est défini par la présence des critères A ou B et du critère C :

A - Somnolence diurne excessive non expliquée par d'autres facteurs

B - Deux au moins des critères suivants non expliqués par d'autres facteurs :

- Ronflement sévère et quotidien
- Sensations d'étouffement ou de suffocation pendant le sommeil Éveils répétés pendant le sommeil
- Sommeil non réparateur
- Fatigue diurne
- Difficultés de concentration
- Nycturie (plus d'une miction par nuit)

C. Critère polysomnographique ou polygraphique : IAH supérieur ou égal à 5 [163]

Pour rappel une hypopnée est une réduction d'au moins 50 % du débit inspiratoire alors que l'apnée est un arrêt de plus de 10 secondes du débit.

L'échelle de somnolence d'Epworth pourra guider le médecin généraliste afin de déterminer si le pilote présente une somnolence diurne excessive existe.

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 SAOS devraient être jugés temporairement inaptes jusqu'au diagnostic et à la prise en charge éventuelle. [43]

Les membres d'équipage traités pour des AOS ne reconnaissent généralement l'étendue de leur perte de performance qu'après remédiation fructueuse par traitement. En expertise aéronautique, l'importance des enjeux sécuritaires justifie la réalisation systématique d'une polygraphie ventilatoire devant certaines présentations cliniques bien connues pour leur association fréquente avec un SAS. [15] [164]

Dans l'idéal dans l'aéronautique il y a une tendance à la recherche plus systématique chez les sujets à haut risque :

- obésité majeure avec IMC > 35 kg/m<sup>2</sup>
- sexe masculin
- ronflements sonores
- tour de taille > 110 cm
- tour de cou > 44 cm
- somnolence diurne excessive

Le diagnostic se fera par polygraphie. Si celle-ci revenait positive une polysomnographie en milieu hospitalier est en générale réalisée chez les pilotes. Le pilote restera apte temporairement si un

simple dépistage est en cours. Bien évidemment il faudra dissuader le pilote de réaliser ses activités aéronautiques s'il existe un trouble de la vigilance.

Pour le traitement, une perte de poids et une optimisation des règles d'hygièno-diététiques du sommeil restent primordiaux.

Cela peut mener à un traitement qui consiste souvent à porter un dispositif de ventilation en pression positive continue (PPC) pendant le sommeil, qui donnera un effet constant et immédiat sur les troubles respiratoires nocturnes. Toutefois, certains ne le supportent pas et on peut alors envisager le port d'une gouttière (prothèse 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. [15]

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 après une présentation au pôle médical de la DGAC (DSAC PN). [43]

Pour cette reprise des vols un relevé machine devra être réalisé, une prise en compte des symptômes cliniques (Epworth), une polysomnographie avec PPC et, pour les pilotes de classe 1 ou 2 mono pilote des test itératifs de maintien de l'éveil sont de plus en plus préconisés.

Cette prise en charge chez le pilote pourra bien évidemment être mise en parallèle pour d'autres catégories de patients chez le médecin généraliste : transporteurs routiers, de train, métiers à risque...

## **2. Les limites du secret médical**

« Il n'y a pas de médecine sans confiance, de confiance sans confidence et de confidence sans secret. »

En analysant la tragique situation citée dans la partie discussion de cette thèse, et ayant conduit au crash du Germanwings, il est légitime de se poser la question autour de l'attitude des médecins ayant posé le diagnostic d'EDM ( avec probablement un début d'épisode psychotique) et qui n'ont pas pu mettre la compagnie aérienne, ou quelque autorité, en mesure de suspendre les activités

du pilote. Si cette situation arrivait en France, le médecin généraliste pourrait-il en informer une autorité ou la compagnie qu'un tel pilote, avec des responsabilités à haut risque, nécessitant une parfaite maîtrise de ses moyens psychiques, risquait de mettre en danger la vie d'autrui ? Au delà du risque suicidaire, c'est la pathologie et la médication qui seront très régulièrement mis en cause dans de telle situation.

Ce type de situation reste complexe et rare pour un médecin généraliste. Il l'amènerait à s'interroger sur son obligation à se taire. Il doit alors résoudre ces dilemmes sous sa seule responsabilité malgré les risques que cela pourrait engendrer.

Ces questionnements requièrent une mise au point sur la législation française, potentiel frein à la divulgation des informations. Quelques rappels sur le secret médical pourraient constituer des outils pour la prise en charge future des médecins généralistes. Une discussion sera alors entamée, sans avoir vocation à offrir une réponse précise, puisque celle-ci restera probablement subjective.

D'après l'article R4127-4 du code de la santé publique, le secret professionnel institué dans l'intérêt des patients s'impose à tout médecin dans les conditions établies par la loi.

Le secret couvre tout ce qui est venu à la connaissance du médecin dans l'exercice de sa profession, c'est-à-dire non seulement ce qui lui a été confié, mais aussi ce qu'il a vu, entendu ou compris. [165]

Le secret médical n'est pas un droit, mais une obligation imposée par la loi pénale au professionnel. L'article 226-13 du code pénal pose les potentielles sanctions à la violation du secret médical en mentionnant que la révélation d'une information à caractère secret par une personne qui en est dépositaire soit par état ou par profession, soit en raison d'une fonction ou d'une mission temporaire, est punie d'un an d'emprisonnement et de 15 000 euros d'amende. [166] [167] [168]

D'après l'article L1110-4 toute personne prise en charge par un professionnel de santé a droit au respect de sa vie privée et du secret des informations la concernant. Il s'impose à tous les professionnels intervenant dans le système de santé.

Un exemple connu fut la condamnation du médecin personnel de François Mitterrand, le docteur Claude Gubler, qui a été condamné, en 1996, à quatre mois de prison avec sursis, pour le délit de « violation du secret professionnel ». La poursuite avait été engagée par le parquet après la plainte déposée par la famille de l'ancien président de la République, lors de la parution, en janvier 1996, de l'ouvrage *Le Grand Secret*, principalement consacré à la découverte, à l'évolution et au traitement de la maladie de François Mitterrand.

D'ailleurs il n'y a pas que la violation du secret qui pourrait être sanctionnée, mais aussi la non divulgation. L'article 223-6 est assez sévère en terme de sanction pour le médecin en cas d'inaction dans certaines circonstances. Elle explique que « quiconque pouvant empêcher par son action

immédiate, sans risque pour lui ou pour les tiers, soit un crime, soit un délit contre l'intégrité corporelle de la personne s'abstient volontairement de le faire est puni de cinq ans d'emprisonnement et de 75 000 euros d'amende.

Sera puni des mêmes peines quiconque s'abstient volontairement de porter à une personne en péril l'assistance que, sans risque pour lui ou pour les tiers, il pouvait lui prêter soit par son action personnelle, soit en provoquant un secours. » [169]

Cet article ne concerne pas tout à fait cette thèse et le sujet. En effet il est assez peu probable pour le médecin généraliste de recevoir de telles informations explicites de la part de son patient.

Un professionnel peut échanger avec un ou plusieurs professionnels identifiés des informations relatives à une même personne prise en charge, à condition qu'ils participent tous à sa prise en charge et que ces informations soient strictement nécessaires à la coordination ou à la continuité des soins, à la prévention ou à son suivi médico-social et social.

Le partage, entre des professionnels ne faisant pas partie de la même équipe de soins, requiert son consentement préalable, recueilli par tout moyen, y compris de façon dématérialisée. La personne est dûment informée de son droit d'exercer une opposition à l'échange et au partage d'informations la concernant. Elle peut exercer ce droit à tout moment. [170]

Le médecin risque également des sanctions disciplinaires et de devoir réparer le préjudice causé à la personne concernée. Seul l'intéressé est en droit de rendre publiques ces informations.

Ainsi les médecins généralistes prenant en charge un pilote se retrouveraient plutôt dans la situation suivante en France : pour transmettre des informations au médecin aéronautique voire au médecin du travail de la compagnie, l'obtention du consentement du pilote est primordiale. Ils ne font pas partie d'une même équipe de soin. D'ailleurs la médecine aéronautique et la médecine du travail ne sont pas des médecines de soin.

Dans le cadre de la médecine aéronautique la réglementation européenne stipule qu'en vue de garder le secret professionnel, le dossier médical doit être tenu confidentiel et accessible uniquement au personnel autorisé par le médecin évaluateur, par le chef du centre médical d'expertise, le médecin examinateur, le médecin traitant ou le médecin du travail. [43]

Une importante obligation de l'évaluateur médical (donc de l'autorité de délivrance des licences, soit le pôle médical de la DSAC) 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.

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. [15]

Lors de son certificat médical le pilote consent à la divulgation des informations médicales :

« J'autorise la communication de toutes les informations contenues dans ce rapport et de tout ou partie des pièces jointes à l'AME et, si nécessaire, à l'évaluateur médical de l'autorité de délivrance des licences, reconnaissant que ces documents ou données stockées électroniquement doivent être utilisés pour la réalisation d'une évaluation médicale et deviendront et resteront la propriété de l'autorité de délivrance des licences, à condition que mon médecin ou moi puissions y avoir accès conformément au droit national. Le secret médical sera respecté en tout temps ». [45]

Quelques dérogations au secret médical apparaissent dans l'Article 226-14 du code pénal. En effet l'article 226-13 n'est pas applicable dans les cas où la loi impose ou autorise la révélation du secret. En outre, le secret n'est pas applicable :

- A celui qui informe les autorités judiciaires, médicales ou administratives de privations ou de sévices (y compris sexuelles), dont il a eu connaissance et qui ont été infligées à un mineur ou à une personne qui n'est pas en mesure de se protéger en raison de son âge ou de son incapacité physique ou psychique
- Au médecin ou à tout autre professionnel de santé qui, avec l'accord de la victime, porte à la connaissance du procureur de la République ou de la cellule de recueil, de traitement et d'évaluation des informations préoccupantes relatives aux mineurs en danger ou qui risquent de l'être, les sévices ou privations qu'il a constatés, sur le plan physique ou psychique, dans l'exercice de sa profession et qui lui permettent de présumer que des violences physiques, sexuelles ou psychiques de toute nature ont été commises. Lorsque la victime est un mineur ou une personne qui n'est pas en mesure de se protéger en raison de son âge ou de son incapacité physique ou psychique, son accord n'est pas nécessaire
- Au médecin ou à tout autre professionnel de santé qui porte à la connaissance du procureur de la République une information relative à des violences exercées au sein du couple, lorsqu'il estime en conscience que ces violences mettent la vie de la victime majeure en danger immédiat et que celle-ci n'est pas en mesure de se protéger en raison de la contrainte morale résultant de l'emprise exercée par l'auteur des violences. Le médecin ou le professionnel de santé doit s'efforcer

d'obtenir l'accord de la victime majeure ; en cas d'impossibilité d'obtenir cet accord, il doit l'informer du signalement fait au procureur de la République

- Aux professionnels de la santé ou de l'action sociale qui informent le préfet et, à Paris, le préfet de police du caractère dangereux pour elles-mêmes ou pour autrui des personnes qui les consultent et dont ils savent qu'elles détiennent une arme ou qu'elles ont manifesté leur intention d'en acquérir une. [171]

Le signalement aux autorités compétentes effectué dans les 4 conditions prévues au présent article ne peut engager la responsabilité civile, pénale ou disciplinaire de son auteur, sauf s'il est établi qu'il n'a pas agi de bonne foi.

Une autre loi pourrait venir compléter ces 4 conditions. L'article 122-7 du Code pénal français dispose que n'est pas pénalement responsable la personne qui, face à un danger actuel ou imminent qui menace elle-même, autrui ou un bien, accomplit un acte nécessaire à la sauvegarde de la personne ou du bien, sauf s'il y a disproportion entre les moyens employés et la gravité de la menace.

Cette déclaration suggère que les médecins peuvent rompre le secret médical et informer un employeur ou les autorités judiciaires dans les cas exceptionnels où il y a un risque imminent et élevé de préjudice à autrui, que le médecin ne peut pas empêcher et après avoir essayé toutes les autres solutions possibles. [172]

Avec ce dernier Article, il pourrait être imaginé que c'est à la subjectivité du médecin qu'incombe la dérogation au secret médical. Certains pourraient interpréter la situation comme urgente et dangereuse, quand d'autres pourront temporiser et ne pas déroger au secret.

A noter que les admission en soins psychiatriques à la demande d'un tiers ou en cas de péril imminent (Articles L3212-1 à L3212-12 du Code de la Santé Publique) peuvent être une autre solution pour un pilote en difficulté. [173] Les restrictions à l'exercice de ses libertés individuelles et l'hospitalisation sans le consentement du patient doivent être limitées à celles nécessitées par son état de santé et la mise en oeuvre de son traitement.

En France, il y a la possibilité d'hospitaliser sous contrainte une personne. D'après les Articles L3212-1, L3212-3, et L3213-1 et L3213-2 du Code de la Santé publique il y a globalement 3 possibilités :

- les soins psychiatriques à la demande d'un tiers (SPDT). Il peut être rédigé par un membre de la famille du patient ou tout autre personne justifiant de l'existence de relations antérieures avec le

patient. Il peut y avoir un caractère d'urgence ou non. Ceci est possible uniquement si ses troubles rendent impossible son consentement et que son état impose des soins immédiats assortis d'une surveillance constante en milieu hospitalier.

- les soins psychiatriques en cas de péril imminent (SPPI). L'hospitalisation peut être prononcée sur le seul certificat d'un médecin extérieur à l'établissement en présence d'un péril imminent, c'est-à-dire en cas de danger immédiat pour la santé ou la vie du malade. Ceci est valable s'il est impossible de recueillir une demande d'admission d'un tiers (tiers inconnu ou en cas de refus d'un membre de la famille de demander l'hospitalisation).
- les soins psychiatriques à la demande du représentant d'état (SPDRE). Il s'agit d'une hospitalisation d'office (HO). Ce cas apparaît lorsque le malade met en danger d'autres personnes ou porte gravement atteinte à l'ordre public, le préfet peut prononcer son hospitalisation. Le préfet signe alors un arrêté, au vu du certificat médical d'un psychiatre (celui-ci ne doit pas exercer dans l'établissement d'accueil). [174]

Parmi ces hospitalisations sous contrainte, dans le cas du Germanwings l'avis d'un tiers aurait pu être pris avec son consentement afin de préciser l'état psychologique dans lequel se trouvait le copilote. Par la suite un entretien motivationnel pourrait être entamé avec le patient pour débiter un traitement en hospitalisation si l'indication était présente. Cette hospitalisation aurait nécessité la venue d'un proche pour réaliser le certificat.

Pour ce qui est du SPPI cela requiert un danger important pour sa vie ou celle d'autrui. Ainsi si le suicide n'était clairement pas évoqué, et que le risque n'était pas élevé, il aurait été difficile de poser cette indication.

Les SPDRE, quant à eux, semblent être plutôt adaptées à l'autorité.

Le Conseil de l'ordre des médecins, l'Ordre National des Médecins, est responsable en France, par la loi, du maintien des principes de moralité, de probité, de compétence et de dévouement nécessaires à la pratique de la médecine et du respect des principes du code d'éthique médicale par tous les médecins. Il est également responsable de la qualité des soins offerts à la population. En tant que tel, il est l'interlocuteur privilégié des patients. Il oeuvre de façon quotidienne pour préserver la qualité et le caractère unique de la relation patient-médecin.

Le 3 avril 2015, le Conseil de l'Ordre a publié une déclaration en réaction au crash aérien du 24 mars 2015, à propos du secret médical et du risque grave et imminent de mise en danger d'autrui. Cette déclaration a clarifié la position des médecins en ce qui concerne le secret médical.

#### **Annexe 4 - Secret Médical et risque grave et imminent de mise en danger d'autrui [175]**

L'Ordre rappelle que le secret médical, instauré dans l'intérêt des patients, est une condition indispensable à leur confiance. L'obligation de respect du secret est générale et absolue (article 226-13 du code pénal et articles L.1110-4 et R.4127-4 du code de la santé publique).

En l'état actuel, les dérogations possibles au secret médical sont limitées, en application de l'article 226-14 du code pénal, à l'initiative du médecin, à trois hypothèses : les sévices ou privations sur mineurs et personnes vulnérables ; avec leur accord, les sévices ou privations sur des personnes majeures ; le caractère dangereux de personnes qui détiennent une arme ou envisagent d'en acquérir une.

Toutefois, à titre exceptionnel et en cas de risque grave et imminent de mise en danger d'autrui, qu'il ne peut prévenir autrement, et après qu'il ait épuisé toute autre solution, le médecin peut selon le Conseil national de l'Ordre s'affranchir du secret médical en informant le médecin chargé de la santé au travail sinon en saisissant le Procureur de la République. Le médecin serait alors justifié à invoquer l'état de nécessité absolue, par analogie avec les dispositions de l'article 122-7 du code pénal, qui exonère de toute responsabilité pénale la personne qui accomplit « face à un danger actuel et imminent » un acte nécessaire et proportionné à la gravité de la menace.

En toute hypothèse, l'information doit être proportionnée à la gravité du danger.

Le Conseil national de l'Ordre des médecins souligne l'importance des questions soulevées qui concernent une grande variété de situations, allant bien au-delà du cas à l'origine des interrogations actuelles et il lui paraît souhaitable de ne pas légiférer dans l'urgence et l'émotion. [166] [175]

Cet avis de l'ordre des médecins est assez partagé entre la volonté du maintien du secret médical, et la volonté de rappeler qu'il est possible d'y déroger...en outre il n'apporte pas de réponse précise à cette situation et laisse le praticien décider en fonction du contexte et de ses connaissances s'il pense être de son devoir d'informer le médecin du travail ou le procureur, et d'en assumer les conséquences, à savoir des poursuites possibles au pénal et à l'ordre pour violation du secret. De plus, imaginer un danger imminent et l'anticiper semble difficile lorsque celui-ci n'aboutira jamais. Encore faut-il que la définition de danger imminent soit claire et comprise par tous les professionnels de santé.

En conséquence, et en supposant que la situation où un pilote professionnel présentant des symptômes de troubles psychotiques constitue un « danger imminent », il aurait pu être possible, au moins en théorie, d'empêcher le copilote de voler en le signalant aux autorités de l'aviation, qui par conséquent auraient été obligées de suspendre son certificat médical. Cela suppose toutefois que les

médecins généralistes étaient en mesure de signaler la situation à une autorité ou une organisation qui aurait pu déclarer le pilote inapte à voler.

Les cadres juridiques dans la plupart des pays comme en France permettent aux médecins de déroger au secret médical et d'avertir les autorités si la divulgation des renseignements personnels permet d'atténuer ou d'éviter une menace ou un danger grave ou imminent pour la sécurité publique.

Dans certains pays, comme le Canada, Israël ou la Norvège, les prestataires de soins de santé ont même l'obligation de le faire, même sans le consentement du patient. D'ailleurs ces pays ont des règlements relatifs à la divulgation de renseignements personnels spécifiquement dédiés aux pilotes. Le fait d'avoir de tels règlements ou lignes directrices met davantage en lumière la nature des risques générés par un pilote inapte et fournit un cadre juridique plus clair et plus sûr pour les prestataires de soins de santé. Un pilote inapte peut générer des risques non seulement pour sa santé et sa sécurité personnelles, mais aussi, dans le cas de pilotes de ligne, pour celles des passagers transportés. Ceci peut alors devenir une menace pour la sécurité publique.

Un sondage mené par le BEA montre que l'absence de définition formelle de « danger imminent » et « menace pour la sécurité publique » incite les médecins à adopter une approche prudente. Ils ne communiquent aucune information médicale aux autorités en l'absence de menace évidente et sans équivoque pour des tiers ou le patient lui-même. Ils adoptent cette position, non seulement parce qu'ils sont fortement attachés au principe de préservation de la confiance de leurs patients, mais aussi parce qu'ils craignent d'être poursuivis, d'être exposés à des sanctions de la part des autorités judiciaires ou de perdre leur droit d'exercer la médecine.

La possibilité de rompre le secret médical vaut pour les droits au respect de la vie privée de tous les types de patients, et pas spécifiquement des pilotes.

Il est probable que la violation du secret médical a été perçue par ces médecins comme présentant plus de risques, en particulier pour eux-mêmes, que le fait de ne pas signaler le copilote aux autorités. [45]

Connaître la profession de leur patient est une bonne pratique générale partagée par les prestataires de soins. Dans certains pays, il est même obligatoire pour les pilotes d'indiquer leur profession à leur médecin.

La garantie de connaître la profession de leurs patients, associée à une réglementation permettant ou obligeant les prestataires de soins de santé à informer les autorités dans le cas où l'inaptitude d'un pilote constituerait une menace pour la sécurité publique, créerait un environnement favorisant la déclaration de tels cas aux autorités par les médecins.

Le cas du copilote du Germanwings restera rarissime mais il n'en demeure pas moins tragique pour toutes les victimes et leur entourage. Les interrogations soulevées par l'aptitude des pilotes, peuvent également l'être pour toutes les personnes dont l'activité professionnelle consiste à conduire ou diriger des trains, des véhicules avec transport de produits dangereux, un travail dans le secteur nucléaire,...Un conducteur de bus transportant des enfants, pourrait décider de provoquer volontairement un accident.

Il peut être rappelé l'accident entre un car scolaire et un train sur un passage à niveau dans les Pyrénées- Orientales en 2017. La conductrice avait été mise en examen pour homicides et blessures involontaires. Celle-ci était sous l'emprise d'antidépresseurs, d'anxiolytiques au moment de l'accident. Il aurait pu être évoqué la responsabilité du médecin du travail ou le médecin traitant d'avoir prescrit cette médication.

D'après le droit pénal, un médecin, s'il estime que son patient n'a plus son aptitude à conduire, n'a pas le droit de prévenir la préfecture ou un médecin agréé pour le permis de conduire et encore moins la police ou la gendarmerie. Ce serait une violation du secret. Le médecin a toutefois une obligation de conseil et d'information auprès de ses patients conducteurs.

Le contexte aéronautique devrait être similaire. Dans le cas de l'accident du Germanwings, si le médecin généraliste avait dérogé au secret médical, qu'il n'y avait pas eu de crash, et que le copilote avait finalement mis fin à ses jours, alors le médecin aurait pu être poursuivi pour violation du secret...Il reste très difficile de prévenir le suicide et de repérer le moment du risque de passage à l'acte.

Instaurer une dérogation au secret si un patient est manifestement inapte à la conduite ou au pilotage semble difficile. Si tout médecin devait faire un signalement à l'employeur de chaque patient psychologiquement fragile et à risque de passage à l'acte suicidaire, ou de toute personne ayant une altération des facultés de conduite automobile, pilotage ou autre voiture il n'y aurait plus de secret et donc plus de confiance.

D'ailleurs le patient n'est pas dans l'obligation d'indiquer le nom et les coordonnées de son employeur à son médecin et il pourrait dissimuler sa profession ou ses activités extra-professionnelles à son médecin traitant, comme il peut tout aussi bien cacher sa pathologie au médecin du travail.

D'un autre côté l'EASA a présenté à la Commission Européenne plusieurs propositions qui visent à renforcer la sûreté et la sécurité aériennes ainsi que le suivi et l'accompagnement psychologique des pilotes de ligne. D'autres groupes se réunissent, qui se penchent sur la question du secret médical ou qui étudient les possibilités d'une sensibilisation du milieu professionnel à ce que l'on désigne

parfois du terme de « signaux faibles » (changement de comportement, fatigue inhabituelle, absentéisme, etc...).

De plus le rapport du BEA sur l'accident du Germanwings recommandait à ce que les cliniciens qui ne sont pas formés à l'évaluation aéromédicale devraient disposer de lignes directrices indiquant quand il faut solliciter l'avis d'experts aéromédicaux.

Pour eux, des lignes directrices claires et universellement acceptées devraient être remises aux prestataires de soins de santé et indiquer quand leur obligation de signalement des problèmes aéromédicaux aux autorités supplante leur responsabilité vis-à-vis de la confidentialité du patient.

Ce signalement devrait être similaire à d'autres déclarations médicales obligatoires, telles que celles concernant les maladies infectieuses dans les lois de santé publique. D'après le rapport le risque pour la sécurité publique doit être considéré comme évident, le signalement devrait être anonyme lorsque cette approche est acceptable, et sans risque juridique pour le prestataire de soins de santé.

Ces recommandations ont été réalisées du fait que les textes de loi en Allemagne (article 121 du code pénal allemand) aient de nombreuses similitudes avec le code pénal français sus-cité ( sanction à la violation du secret, dérogation en cas de péril imminent si l'acte commis est un moyen adéquat d'écarter le danger,...).

En attendant les éventuelles recommandations, directives ou règlements à venir, la prévention continuera de s'appuyer sur ce qui est déjà pratiqué : fidélisation de la population des pilotes, attention portée à chacun, culture de la décision partagée (les pilotes étant acteurs de leur propre santé et de leur sécurité) notamment. [140]

### **3. Les outils pour le médecin généraliste en pratique**

#### **3.1. Le rôle du médecin traitant**

Les fonctions assumées par les médecins généralistes sont caractéristiques des systèmes de santé modernes performants. C'est pourquoi le médecin généraliste y est au centre de l'offre de soins.

Il assume de façon simple, adaptée, souple et efficace la fonction d'accueil de tous les consultants et malades indépendamment de leur âge, de leur genre, de leur niveau économique et culturel.

Le médecin généraliste assure « en premier » et au cours d'une seule consultation l'analyse de la situation, le diagnostic, le traitement et la prise en charge des questions de santé de toute nature et souvent multiples.

Plus de 80 % des problèmes sont pris en compte immédiatement et directement. Seul 1 % des consultations nécessitent une hospitalisation et 5 % un recours aux autres spécialistes.

Le médecin généraliste devra donc souvent chercher dans ses connaissances, ses recherches et à travers son raisonnement, une prise en charge autonome du patient, quel que soit son métier, sa pathologie, son vécu,...

La personnalisation de la relation médicale dans les soins comme dans la prévention est le levier d'une alliance durable entre le patient et son médecin traitant. Cette confiance partagée et la responsabilité qui en découlent pour le médecin traitant optimisent le recours aux autres ressources de santé. En effet le médecin traitant consacre un temps méconnu mais indispensable à la coordination des soins autour de son patient, notamment par ses relations avec les autres acteurs du parcours de soins (médecins hospitaliers, médecins correspondants, pharmaciens, biologistes, infirmiers, kinésithérapeutes, travailleurs sociaux, assurance maladie, médecin du travail, médecin conseil, etc).

Cette aptitude du médecin généraliste à la prise en charge personnalisée et au long cours des questions de santé des patients et de la population est le socle de l'instauration du médecin traitant et du parcours de soins. (Loi de réforme de l'Assurance Maladie 2004).

C'est un médecin spécialiste formé à l'approche globale des patients. Il suit ses patients dans la durée d'une relation personnalisée qui se construit au cours de contacts répétés au fil du temps. Le médecin traitant connaît le contexte familial, culturel et socioprofessionnel du patient. Il prend en compte et gère simultanément tous les problèmes de santé du patient dans le respect de son autonomie, les hiérarchise et assure la synthèse de toutes les informations.

Non seulement le médecin traitant agit personnellement, mais il fait également intervenir d'autres professionnels de santé selon les besoins et les ressources locales et travaille en coordination avec les autres acteurs de soins. Il participe, lorsqu'ils sont accessibles, aux différents réseaux de proximité, il réalise la synthèse des différentes informations et évalue les résultats de l'action coordonnée des différents acteurs. C'est au médecin traitant que la loi a attribué le rôle d'orientation du patient dans le système de soins et d'organisation, de gestion et de coordination du parcours du patient. [176]

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.

Le pilote ne voyant qu'assez rarement son médecin aéronautique, il est facile d'imaginer qu'une relation de confiance est plus difficilement accessible qu'avec le médecin de famille.

Plusieurs éléments peuvent aider à instaurer un climat de confiance pour le pilote :

- amorcer l'interaction et la discussion sur des questions générales, de façon à promouvoir un environnement non menaçant
- connaître les aspects de la configuration du cabinet de consultation qui sont susceptibles de mettre les candidats à l'aise
- connaître des questions et commentaires d'introduction appropriés à un examen médical pour l'aviation
- ne pas négliger les aspects du langage corporel qui facilitent l'établissement de bonnes relations.

Il faut enquêter sur les situations au travail et à domicile et sur les difficultés. 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. Il faudrait :

- expliquer l'importance des facteurs de stress privés et professionnels pour la performance en aviation et la sécurité des vols
- énumérer les aspects de la vie privée et professionnelle qu'il pourrait être approprié d'évoquer
- identifier des moments appropriés de la rencontre pour poser des questions sur des situations de la vie professionnelle et de la vie privée
- faire preuve d'une connaissance des lieux de travail de l'aviation source

Un médecin 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.

Il faut tenter de montrer de l'intérêt pour la santé générale et le bien-être du pilote : discuter des caractéristiques du mode de vie et 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. [15]

Il est reconnu qu'il peut y avoir des obstacles à une discussion franche sur les questions de santé mentale entre un examinateur aéromédical et un pilote. Il existe aussi des barrières culturelles : les pilotes sont très indépendants, valorisent le contrôle de soi, et ont peur de perdre leur certification médicale.

Des méthodes doivent être utilisées pour construire un rapport de confiance avec le pilote dans un environnement rassurant.

Des questions et techniques d'entretien qui auront un impact mineur sur l'examen en cours et ne devraient pas être pénibles pour le pilote ou le médecin peuvent être utilisées pour évaluer la santé mentale. Il est recommandé de poser des questions concernant l'humeur, la qualité du sommeil, les sources actuelles de stress (comme le travail, la fatigue, des problèmes financiers, des problèmes à la maison et avec la famille), ainsi que la consommation de drogues et/ou d'alcool. Ces questions devraient être glissées dans la conversation avec le pilote lors de l'examen aéromédical, dans le

cadre d'une discussion générale sur la santé abordant tout un éventail de problèmes de santé, tant mentaux que physiques.

Une grande proportion des services de santé doit faire face à des pathologies chroniques pour lesquelles le mode de vie et le comportement des personnes sont déterminants pour leur santé à venir, leur qualité et leur espérance de vie. Les pilotes, comme tout patient, nécessiteront pour certains d'un entretien motivationnel. La plupart gens qui devraient faire un changement sont ambivalents à ce sujet. Ils voient à la fois des raisons de changer et des raisons de ne pas le faire. En même temps, ils veulent et ne veulent pas changer. C'est une expérience humaine normale. [178]

L'entretien motivationnel sert à entamer les processus de changement chez l'autre. Cela nécessite parfois un continuum dans la prise en charge et le médecin généraliste sera la personne la mieux placée pour établir cette relation.

Les pilotes en général sont motivés, car ce sont des personnes passionnées. Et il semble logique d'imaginer que le médecin généraliste qui s'exercera à cet entretien puisse y trouver un certain confort avec cette population. Le livre « L'entretien motivationnel » de William R. Miller et Stephen Rollnick offre un très bon outil pour apprendre les bases de cette technique d'entretien.

Ainsi la place privilégié du médecin traitant pourrait bénéficier au pilote. Le monde de la médecine aéronautique étant assez spécifique, cette situation serait encore plus profitable au pilote si la prise en charge pouvait être réalisée, comme avec toutes les spécialités, à travers un réseau de soin.

### **3.2. Le réseau de soin aéronautique du médecin généraliste**

L'implication du médecin généraliste apparaît comme une évidence dans ce réseau de soin. Celui-ci devrait avoir une idée de l'orientation à donner à son patient. Est-ce une pathologie rendant inapte au pilotage ? Y a-t-il des choix thérapeutiques plus menaçants que d'autres sur la sécurité aérienne ? Le médecin traitant sera probablement questionné par le patient, qui lui demandera quelques conseils. Celui-ci doit pouvoir donner une information quant à la nature de la maladie ou de l'événement et, entre autre, inciter le pilote à contacter son médecin examinateur ou son centre d'examen attitré. Le médecin traitant est par ailleurs le seul à recevoir tous les comptes rendus médicaux de son patient.

Des études ont montré que les états pathologiques les plus susceptibles d'entraîner des événements médicaux en vol étaient habituellement observés pendant la période entre examens réguliers, et donc non découverts lors de l'examen périodique par un médecin aéronautique.

La réglementation internationale exige que tout titulaire de licence devrait savoir ce qu'il y a lieu de faire s'il souffre d'une simple pathologie courante ( angine, gastro entérite, rhino- pharyngite...), sans avoir à demander l'avis d'un médecin-examineur désigné, à moins que des complications n'interviennent.

Cette situation paraît assez floue et un pilote, quel qu'il soit, consultera un médecin auquel il a accès rapidement, et qui est capable de soigner toute pathologie : le médecin généraliste, qu'il soit médecin traitant ou non.

Un médecin généraliste ou spécialiste d'organe qui a notion d'une pathologie chez un patient qui s'exerce au pilotage se doit, s'il estime que celle-ci peut avoir un impact sur la conduite à long terme d'un appareil, de l'inciter à en parler à son médecin-examineur ou du travail avant de reprendre son activité. Cela sous-entend que le médecin généraliste est capable de trancher entre une pathologie bénigne, sans incidence, et une autre qui, même si elle est considérée comme banale en règle générale, aura une conséquence pour les activités du pilote.

Si la pathologie est transitoire, il pourra lui demander d'en parler au médecin aéronautique à la prochaine visite par exemple... mais cela reste compliqué pour un pilote privé puisqu'il ne le verra parfois que tous les 5 ans... sans oublier que ceux-ci pourront être différents à chaque examen.

C'est pourquoi le médecin traitant devra parfois demander conseils. Le premier professionnel susceptible de l'aider est le médecin aéronautique. En fonction de l'urgence et du contexte, celui-ci pourra être contacté par l'intermédiaire d'un courrier transmis au patient ( par exemple pour expliquer une pathologie intercurrente, une hospitalisation, ou tout autre traitement introduit), par mail, voire même directement par contact téléphonique après l'accord du patient. Malgré tout le médecin traitant pourra compter sur son intermédiaire privilégié qu'est le pilote. En effet celui-ci, notamment par le biais du MED A.020 doit, s'il souffre d'un problème d'ordre médical, demander l'avis d'un spécialiste en médecine aéronautique avant d'exercer à nouveau les privilèges de sa licence.

En restant dans la catégorie des « intermédiaires » , les groupes de soutien aux pilotes pourraient être portés à la connaissance des familles des pilotes par le médecin généraliste. S'ils connaissaient leur existence, les membres de la famille pourraient utiliser ces groupes, dans la mesure où ils ont également l'assurance que tout problème de santé mentale d'un proche serait traité de manière appropriée, en prenant en compte les intérêts de sa carrière. [45]

Il pourrait y avoir des cas où le pilote ne souhaite pas parler de ses pathologies au médecin aéronautique, par crainte de se voir retirer ses privilèges et ce, malgré les incitations de la part du médecin généraliste.

Malgré cela, il est possible d'obtenir un avis de médecin aéronautique sur un cas particulier, sans citer le nom du patient : tout simplement en contactant tout médecin agréé en aéronautique dont la liste est présentée sur le site de la DGAC.

Si une réponse n'a pas pu aboutir, ou pour des cas est complexes, il est possible d'obtenir l'avis d'un groupe de spécialistes en médecine aéronautique. Ceux-là seront situés la plupart du temps dans des Centre d'expertise médicaux du personnel navigant. Pour les contacter il est plus simple de passer par un médecin agréé qui connaît en général les contacts directs.

De la même manière le médecin généraliste pourrait contacter par mail les médecins du pôle médical de la DSAC, sans mentionner le nom du patient s'il a une crainte à violer le secret médical. Cependant cette procédure prend en général plus de temps que de contacter un médecin aéronautique directement. Il est à noter qu'au sein d'un aéroclub, si un instructeur relevait chez un pilote un état clinique qu'il estime dangereux pour la sécurité des vols, il pourrait faire remonter l'information à ce pôle médical de la DGAC (via le président de l'aéroclub), en mentionnant le nom du pilote ; cette action entrainera la suspension de la licence du pilote le temps d'investigations. Le médecin généraliste lui s'expose évidemment à une violation du secret en utilisant méthode.

Si un médecin généraliste contacte les autorités sous couvert de l'article 122-7 du Code pénal français (danger actuel ou imminent qui menace elle-même, autrui) en expliquant la pathologie et le nom du patient, il fera cette décision en toute âme et conscience et s'exposera, de fait, à des procédures pour violation du secret médical. D'ailleurs il pourrait par exemple ne stipuler que le nom du patient, et les autorités pourraient se mettre en contact immédiatement pour rendre le pilote inapte quelques mois, le temps d'investigations.

Il existera toujours une étanchéité entre le médecin du travail, le médecin aéronautique et le médecin traitant du fait du secret. Dans la grande majorité des cas, le pilote informe chaque médecin de ses antécédents et répond à leurs questions en toute honnêteté. Le médecin du travail voit périodiquement les salariés, comme le médecin aéronautique. Mais entre deux visites, tout est possible et l'aptitude ne peut être contrôlée chaque jour.

C'est finalement la relation de confiance entre le pilote et les tous les acteurs de la santé qui amélioreront la sécurité des vols.



## Résultats du questionnaire

L'objectif de ce questionnaire était d'obtenir un ordre d'idée sur les connaissances générales des médecins généralistes sur le milieu aéronautique. Cela permettait également de leur révéler l'existence de certaines spécificités dans la prise en charge en les interrogeant sur des mesures de bon sens. En effet à travers ces questions il n'y avait pas l'intention de tester sur des connaissances de médecine aéronautiques (celles-ci demandant une formation spécifique) mais plutôt d'inciter à un raisonnement sur une situation pouvant être à priori similaire et rencontrée avec tout type de patient. Par exemple ces situations pourraient être assimilées à un patient travaillant dans tout type de transport (bus, train, bateau), qui manipule des engins de chantier, des grues,...

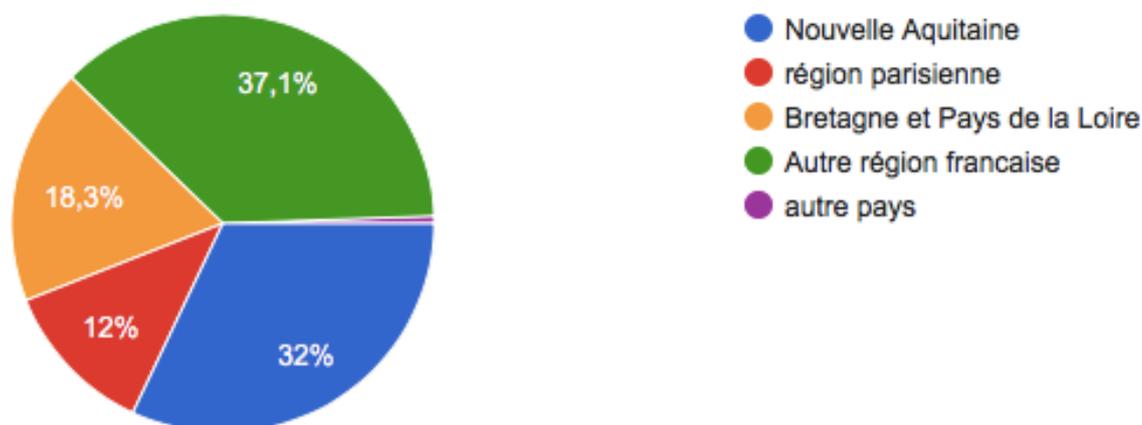
Les données ont été recueillies entre le 12 avril 2021 et le 8 mai 2021, soit une période de 26 jours.

Le questionnaire a pu être complété par 454 personnes.

La thèse étant centrée sur la spécialité de médecine générale il a été décidé d'exclure les réponses des 98 professionnels d'une autre spécialité ayant répondu au questionnaire et bien évidemment les 6 individus exerçant un autre métier dans le domaine médical.

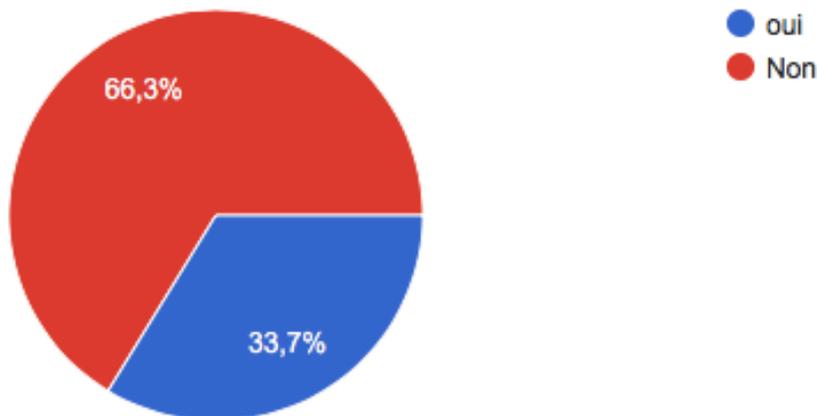
Finalement 350 réponses ont été retenues pour l'analyse, correspondant aux réponses des médecins généralistes.

*Diagramme - Répartition du lieu d'exercice des médecins généralistes*



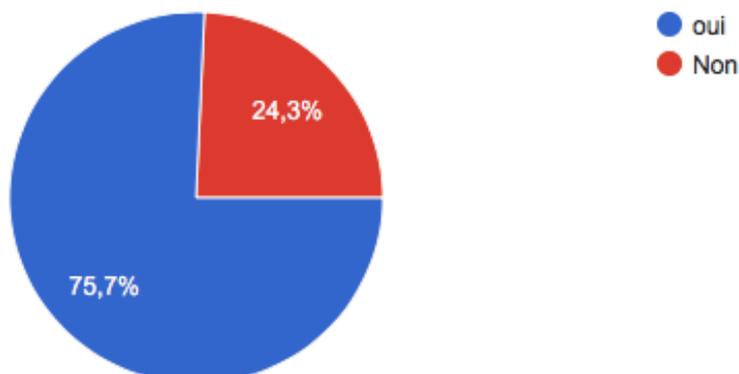
Les réponses suivantes laissent à penser que le champs de la médecine aéronautique n'est pas connu de tous les médecins généralistes. Il revient que 2 tiers des médecins généralistes interrogés n'ont jamais entendu parler de médecine aéronautique.

*Diagramme - Réponses à la question : « Avez-vous déjà entendu parler de médecine aéronautique ? »*

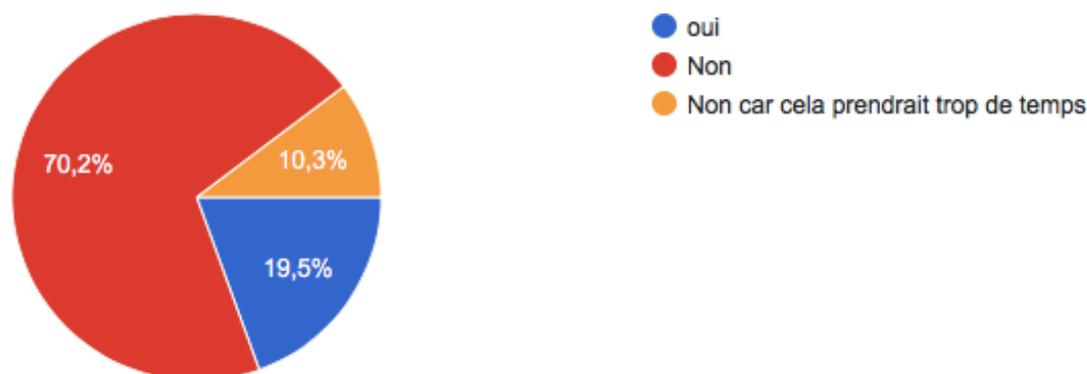


Par ailleurs il revient qu'une grande majorité ( 75 %) des médecins généralistes demandent le métier de leur patient. Cependant, il ne paraît pas y avoir autant d'investigation pour les activités extra-professionnelles puisque l'inverse se produit, et seulement 19,5 % vont prendre le temps de le demander lors d'une consultation. Ainsi, sur les médecins interrogés plus de 80 % ne posent pas d'eux-même la question. Cependant il serait possible que dans un bon nombre de cas le patient de lui même évoque ses activités, contribuant à sa propre sécurité en cas de prise en charge inadaptée.

*Diagramme - Réponses à la question : « Demandez-vous systématiquement le métier de votre patient ? »*



*Diagramme - Réponses à la question : « Demandez-vous systématiquement les activités extra-professionnelles de votre patient pour adapter votre prise en charge ? »*



Au moins un tiers des médecins interrogés ont connu un patient s'exerçant au pilotage. Si l'on considère qu'il y a 70 000 pilotes en France ( PPL, ULM, planeurs et professionnels confondus) pour 85 000 médecins généralistes, ce chiffre semble légèrement bas. Le biais vient du fait que des internes ont pu répondre à ce questionnaire. Etant donné leur faible expérience en cabinet ils n'ont simplement pas eu l'occasion de les rencontrer. L'autre explication est que les médecins ne demandent que rarement les activités extra-professionnelles alors que les pilotes loisirs représentent 55 000 des 70 000 pilotes. Cependant parmi les prises en charge assez peu ont ressenti des difficultés.

*Diagramme - Réponses à la question : « Avez-vous déjà eu un patient s'exerçant au pilotage d'un avion ( qu'il soit professionnel comme un pilote de ligne, ou non pro comme un pilote privé sur petits avions, pilote de planeur, ULM,...) ? »*



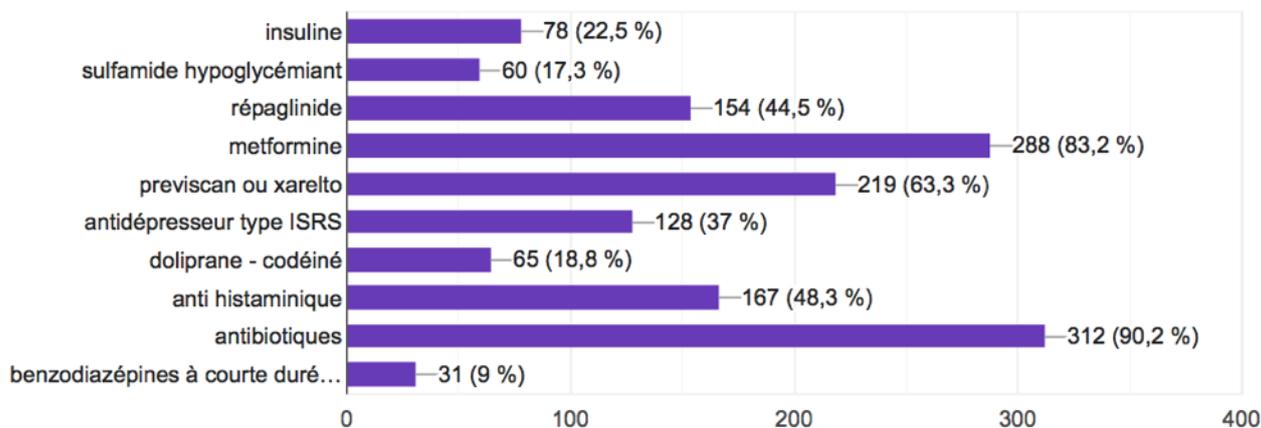
Diagramme - Réponses à la question : « Si oui, avez-vous déjà éprouvé des difficultés pour sa prise en charge ( médicaments pouvant être incompatibles, arrêt de travail,...) ? »



La question relative aux médicaments acceptables chez les pilotes renvoyait à une réflexion autour des effets secondaires potentiellement incapacitants.

Malgré le fait qu'un grand nombre de traitements puissent être administrés aux pilotes certains pourront poser quelques problèmes. D'ailleurs ils ne poseraient pas problème spécialement aux pilotes, mais par exemple à tout transporteur public, ou transporteur de produits dangereux par exemple.

Diagramme - Réponses à la question : « Autoriseriez-vous un pilote ( professionnel ou de loisir) à exercer sa passion sous lesquels de ces traitements ? choisissez-en autant que vous voulez »



Un risque important pour une personne diabétique reste l'hypoglycémie. Avec ce principe tous les médicaments induisant une hypoglycémie significative devront être interdits pour cette population de patient. Ainsi l'insuline, les sulfamides hypoglycémisants et le Répaglinide ne devraient pas être prescrits. La Metformine sera par conséquent acceptée.

Pour ce qui est des anticoagulants leur prescription reste très réglementée dans le milieu aéronautique et comme expliqué plus tôt dans cette thèse les conditions restent strictes et parfois difficilement atteignables ( limitation en équipage multiple pour un professionnel, INR à répétition pour un pilote privé...). Dans tous les cas l'instauration initiale par un médecin généraliste exclura le pilote de toute activité pendant plusieurs mois avant éventuellement de reprendre les commandes d'un avion. S'il y a possibilité les nouveaux anticoagulants oraux devraient être préférés chez le pilote.

La place de l'antidépresseur est un sujet très débattu au sein de la communauté de médecine aéronautique. Comme la plupart des psychotropes l'effet secondaire le plus dangereux pour la sécurité des vols est l'altération de la vigilance. Celle-ci ne dépend pas que du médicament en question mais aussi de la posologie, du sujet,...c'est pour cela que la réglementation européenne exige de rendre inapte tout pilote débutant un traitement antidépresseur. Il y a encore quelques années un tel traitement entraînait une inaptitude définitive. Cependant un pilote peut désormais obtenir une aptitude avec restrictions et après passage devant une commission. Cela dépendra de plusieurs facteurs : nature du trouble psychiatrique, efficacité de traitement, effets secondaires, adhésion du patient, ...

Pour les mêmes raisons tous les médicaments antalgiques de palier 2 et 3 doivent exclure l'activité de pilotage, et il n'y a pas de dérogation pour quelconque pilote. Le doliprane codéine en fait aussi partie. Il faudra d'ailleurs insister sur le risque de conduite automobile avec un tel traitement.

Relativement peu de médecins généralistes iraient vers les antihistaminiques chez un pilote. Ceci est explicable par le fait que historiquement les antihistaminiques avaient des effets secondaires assez marqués sur la vigilance. Or, les nouvelles générations sont relativement bien tolérées, notamment si elles se fixent peu au niveau du SNC. C'est le cas de la Clarityne ou Telfast.

L'aptitude chez un pilote sous antibiothérapie dépendra de la pathologie sous-jacente. Celles-ci rendent souvent un pilote inapte, mais pas toujours. Il faudra rester méfiant sur toutes les pathologies ORL pouvant être sujettes aux barotraumatismes.

Pour les benzodiazépines à courtes durées d'action ils peuvent être tolérés en fonction du contexte : la demi-vie courte de ces médicaments vont autoriser un pilote à prendre un somnifère la veille du vol ( au moins 8 heures à respecter). Cependant d'autres indications comme les troubles de panique feront l'objet d'investigations et d'une prise en charge particulière ( psychothérapie, antidépresseurs,...).

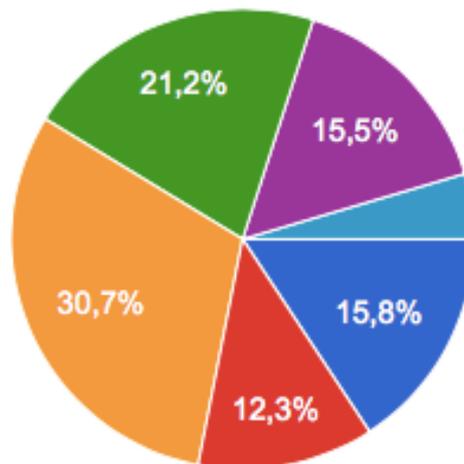
Un très faible nombre de médecins généralistes prescriraient ces benzodiazépines. Deux explications potentielles à cela : déjà la question pouvait prétendre que la prise de benzodiazépine se faisait pendant l'activité même de pilotage, et ils ont totalement raison puisque pendant la prise il est strictement interdit d'aller toucher aux commandes d'un avion. De même qu'on ne peut pas prendre le volant de sa voiture ...La deuxième explication est que devant l'explosion de consommation de cette substance en France et devant le nombre de dépendances créées, les médecins généralistes ont été très sensibilisés durant leur formation.

Sur la question relative à la mise en situation sur l'accident du Germanwings les avis semblent très partagés sur la potentielle conduite à tenir. L'intitulé exact de la question était :

« Petite mise en situation suite au tragique crash du Germanwings en France le 24 mars 2015 : vous êtes médecin traitant d'un patient qui est pilote d'avion. Vous établissez un diagnostic d'épisode dépressif majeur et mettez en place un traitement qui selon vous est trop dangereux pour continuer à exercer ce métier. Après plusieurs semaines de consultations vos arrêts de travail n'ont pas été transmis à l'employeur et votre entretien motivationnel ne le convainc pas d'en parler à son médecin aéronautique attitré ou à son médecin du travail. Vous avez également un doute sur un début d'épisode délirant. Le risque suicidaire ne parait pas élevé. Que faites vous ? »

La question est extrêmement complexe. Les questions relatives au secret médical sont cruciales dans l'exercice de ce métier, puisqu'il fait partie du fondement même de la relation médecin patient, et paradoxalement elles ne sont pas forcément maîtrisées par les professions médicales. Cette tendance est confirmée à la question suivante puisque la majorité des médecins semblent ne pas être tout à fait au point sur ces problématiques juridiques (67,9 %). Ceci peut être expliqué par le fait qu'au niveau pratique, peu de situations se prêtent réellement à la mise en jeu du secret médical et à ses dérogations.

*Diagramme - Réponses à la question relative au cas clinique*



- Vous expliquez la situation par téléphone à son médecin aéronautique malgré son refus
- Vous appelez son médecin du travail immédiatement malgré son refus
- Vous contactez le Procureur pour risque grave et imminent de mise en danger d'autrui
- Vous demandez à l'autorité de l'aviation de voir le patient ( sans leur expliquer le diagnostic)
- Par crainte de violer le secret médical, il est trop compliqué pour vous de répondre
- Vous avez une autre idée ( décrivez la en quelques mots dans la prochaine question)

D'autres solutions ont été proposées par 4,6 % des médecins :

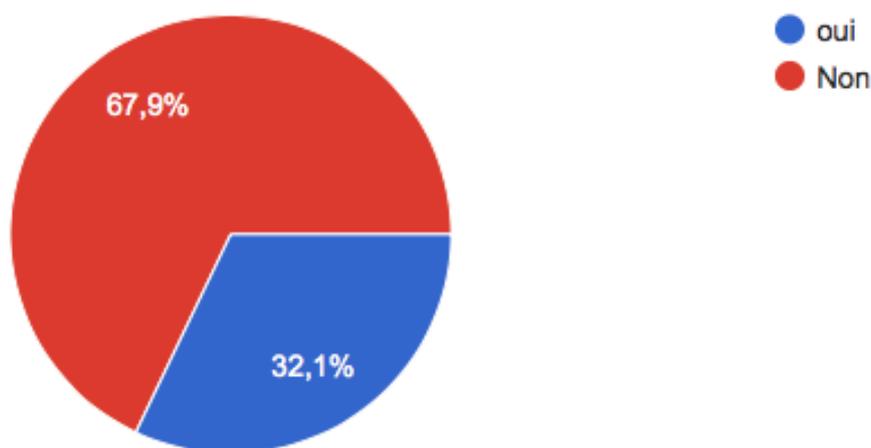
- Hospitalisation en hôpital psychiatrique sous contrainte
- Appel au Conseil de l'Ordre des Médecins pour clarifier la possibilité de dérogation du secret médical
- Expliquer la situation à la médecine du travail après l'accord du patient
- Expliquer au patient qu'il va devoir accepter qu'il en parle à la médecine aéronautique ou du travail. Si refus alors un signalement au procureur sera effectué pour mise en danger de la mise d'autrui.
- Plusieurs médecins feraient appel à un psychiatre afin d'obtenir leur avis sur la situation.

Plusieurs médecins se sont d'ailleurs demandés comment contacter l'autorité de l'Aviation Civile. Les contacts sont présentés en fin de thèse (dans la fiche de synthèse).

Les réponses ne sont pas unanimes. Certaines réponses n'ont pas été proposées comme par exemple l'appel à un médecin aéronautique pour avoir un avis en conservant l'anonymat. La réponse la plus représentée était le signalement au Procureur devant le danger imminent de cette situation (30,7 %).

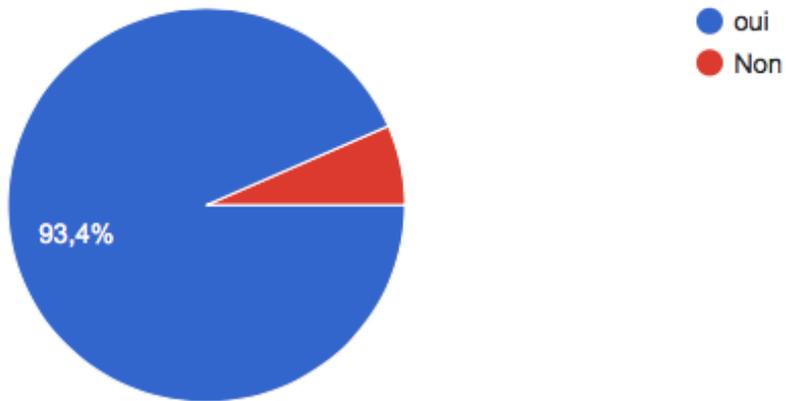
Or cette réponse est biaisée par le fait que le crash du Germanwings soit évoqué. En effet, la notion de crash et de connaissance de l'épilogue de cette tragique histoire incite à immédiatement signaler le patient aux autorités et déroger au secret médical. Dans cette situation l'antidépresseur donne effectivement des potentiels troubles de la vigilance mais ceux-ci ne présagent en rien un crash, d'autant plus que le pilote travaille en équipage. Cela serait plus problématique pour un pilote privé, seul aux commandes. Ici le risque de suicide paraît faible. Cela n'incite donc toujours pas à réaliser un signalement. Cependant un début d'épisode délirant existe. Le patient est bien présent, par sa propre volonté en consultation, il souhaite donc une prise en charge. L'indication à une hospitalisation sous contrainte paraît de prime abord tout à fait adaptée. D'autre part la possibilité d'appeler un médecin aéronautique en conservant l'anonymat serait possible. Enfin, si le patient refuse les prises en charge, le contact au Conseil National de l'ordre des médecins peut conforter le praticien dans sa décision de déroger au secret médical et contacter le Procureur.

*Diagramme - Réponses à la question : « Pensez vous être au point sur les questions relatives au secret médical ? »*



À la fin du questionnaire les réponses montrent que plus de 90 % des médecins sondés seraient intéressés pour recevoir une fiche synthétique concernant la médecine aéronautique. C'est pourquoi elle est jointe en conclusion de ce travail.

Diagramme - Réponses à la question : « Seriez-vous intéressés pour recevoir une fiche synthétique indiquant les différents outils vous permettant d'orienter votre prise en charge chez un patient pilote d'avion ? »



## Résultats des entretiens

Il est parfois difficile d'établir un consensus dans la prise en charge du pilote. Les explications sont multiples : environnement de travail hostile, avions en perpétuel changement (plus sûrs, plus automatisés, mais avec une quantité d'informations toujours plus importante), une augmentation de l'espérance de vie en bonne santé, des pathologies et médicaments de plus en plus connues,... Ainsi ce qui interdisait un pilote de voler autrefois ne l'est peut-être plus aujourd'hui.

La prise en charge est encore plus compliquée lorsque le juridique vient s'entremêler au médical. Cette complexité nécessite l'avis des médecins aéronautiques les plus spécialisés dans ce domaine. Cela permettra de connaître les conséquences de la prise en charge du médecin généraliste sur le pilote sur ses aptitudes médicales futures.

Pour ce faire il a été choisi de contacter quelques médecins ayant une place importante dans leur institution. Il était nécessaire d'obtenir un avis dans la plupart des « pôles » médicaux afin de ne pas biaiser ces éléments de réponses qui restent de toute façon subjectifs. L'entretien était si possible réalisé par téléphone ou lors une rencontre directe avec le praticien. Dans le cas contraire une réponse par mail été acceptée. Les principales questions étaient :

1. Quel est selon vous le rôle du médecin généraliste pour un patient pratiquant le pilotage ( ULM, pilote de ligne, pilote privé,...) ?
2. Si le médecin traitant avait une difficulté de prise en charge chez un tel patient, sur quel réseau de soin pourrait- il s'appuyer (médecin du travail ou médecin aéronautique ou DGAC,... ) ?  
Y a t-il en France un contact privilégié pour l'aider dans ses prises en charge ?

Les entretiens ayant duré pour certains plus de 2 heures, il a été décidé de noter les principales idées, malgré l'enregistrement audio de certaines conversations.

Les praticiens ayant accepté cet entretien ont été au nombre de 6.

## Intervenant 1

### 1. Quel est selon vous le rôle du médecin généraliste pour un patient pratiquant le pilotage ( ULM, pilote de ligne, pilote privé,...) ?

« Le rôle du médecin traitant est déjà d'être très attentif aux médicaments prescrits. Beaucoup considèrent qu'une inaptitude est due simplement à une pathologie ... pilotes compris. Pour donner un exemple, si le médecin traitant décide d'introduire un traitement anti-hypertenseur, il pourrait demander ses activités extra-professionnelles. Personnellement mettre un Béta bloquant à un pilote de voltige...je n'aime pas trop ça... D'ailleurs le médecin traitant devrait prêter attention à la pharmacologie de la substance prescrite. S'il est mentionné que les principaux effets indésirables arrivent après trois semaines alors cela justifierait d'un arrêt de travail pour un professionnel et un conseil pour le pilote privé de stopper ses activités. Pour le pilote professionnel, pour ce type de médicament il pourrait être débuté au moment de ses vacances par exemple pour éviter d'impacter son activité professionnelle.

Par ailleurs je pense qu'un médecin traitant devrait plus souvent réaliser une « photo » de son patient à l'instant T. Je trouve qu'en général les examens sont perlés les uns après les autres, et il n'y a pas d'instant dit de référence. Je veux dire par là qu'un médecin devrait prendre un patient et réaliser des examens d'une traite comme par exemple une épreuve d'effort, avec une échographie cardiaque, un ECG et bilan biologique. Cela permettrait d'avoir une référence, en cas de pathologie mettant en jeu son aptitude en ayant un élément de comparaison X années plus tôt.

Pour l'ouverture je dirais que connaître quelques éléments d'ordre aéronautique permettrait de prendre en charge des patients qui prennent de plus en plus l'avions, de plus en plus vieux et de plus en plus loin ! Pour aider à cette prise en charge nous avions tenté de mettre des supports sur le site de la SOFRAMAS destiné au grand public et donc aux professionnels de santé mais malheureusement cela n'a pas été maintenu. »

### 2. Si le médecin traitant avait une difficulté de prise en charge chez un tel patient, sur quel réseau de soin pourrait-il s'appuyer (médecin du travail ou médecin aéronautique ou DGAC,... ) ? Y a-t-il en France un contact privilégié pour l'aider dans ses prises en charge ?

« La premier référent serait le médecin aéronautique ... dans le cas où le médecin traitant est au courant de son existence ! Il pourrait bien évidemment demander un avis à un tel spécialiste en respectant le secret médical.

De toute façon le médecin aéronautique devrait avoir un minimum de relations et d'échanges avec le médecin traitant, notamment chez les pilotes privés, polypathologiques et souvent plus vieux que leurs homologues professionnels.

Le contact direct vers le pôle médical de la DGAC ne semble pas être la première option. Il faut savoir qu'un « employeur » par exemple une compagnie aérienne par le biais des opérations aériennes ou bien un président d'aéroclub peut contacter directement cette DSAC pour dénoncer un pilote pour comportement anormal par exemple. L'autorité peut directement retirer la licence du pilote le temps d'investigations.

Le dernier recours, si le médecin traitant estime qu'il y a mise en danger d'autrui, ou autre péril imminent serait le signalement au Procureur ...mais cela reste de la décision du médecin quant à la potentielle dérogation au secret médical. »

## **Intervenant 2**

### 1. Quel est selon vous le rôle du médecin généraliste pour un patient pratiquant le pilotage ( ULM, pilote de ligne, pilote privé,...) ?

« Le médecin généraliste est de facto en première ligne dans la prise en charge des patients s'exerçant au pilotage. Il prendra en charge une bonne partie des pathologies intercurrentes ( entre les visites d'aptitude du pilote). Souvent ce seront des pathologies aiguës et il devra alors prescrire. Cette prescription doit être bien évidemment adaptée. Il est donc primordial que tout médecin demande au moins l'activité professionnelle de son patient ( et si possible les potentielles activités à risque extra-professionnelles). Selon moi une sensibilisation est nécessaire, sous forme de formation de quelques heures, sur tous les métiers en rapport avec la sécurité ou les activités dites à risques : chauffeurs de bus, pilotes d'avion, plongeurs, parachutistes,...celle-ci pourrait par exemple être demandée avant le certificat de synthèse clinique et thérapeutique que l'on doit passer en 6ème année de médecine, pour tout médecin.

Ainsi le médecin traitant doit déjà respecter les éléments simples et relevant du bon sens comme par exemple les pictogrammes à 3 niveaux inscrits sur les médicaments. Malheureusement il est encore possible de voir des pilotes pratiquant leur activité avec des médicaments fortement déconseillés pour l'automobile.

Le médecin généraliste pourrait continuer à sensibiliser un pilote en cas de tout nouvel événement médical et insister sur le fait que celui-ci devrait en parler à son médecin aéronautique.

Il est vrai que pour un pilote travaillant au sein de la compagnie Air France ou pour un pilote militaire il est facile de se tourner vers un médecin de son institution. Cela est moins vrai pour les autres pilotes : privés, d'affaire, d'épandage... c'est sûrement cette population qui se tournera vers tout médecin généraliste pour ses problèmes médicaux. D'ailleurs quand on évoque les pathologies aiguës on ne vise pas seulement les infections, les maladies ou les médicaments mais aussi les examens para cliniques ! Un progrès doit être fait là-dessus. Par exemple si le médecin traitant adresse son patient lambda pour une coloscopie celle-ci va être faite en ambulatoire et l'arrêt de travail sera de 24 ou 48 heures maximum. Cependant cette règle ne l'est pas pour un pilote : il faudra attendre l'élimination de tous les gaz et des produits d'anesthésie générale et selon moi un intervalle de 5 jours avant la reprise des activités devrait être préconisée.

2. Si le médecin traitant avait une difficulté de prise en charge chez un tel patient, sur quel réseau de soin pourrait-il s'appuyer (médecin du travail ou médecin aéronautique ou DGAC,...) ? Y a-t-il en France un contact privilégié pour l'aider dans ses prises en charge ?

Déjà il faudrait insister auprès du pilote pour qu'il en discute avec son médecin aéronautique. Cela se fait relativement bien, d'autant plus que désormais le pilote doit contresigner son certificat médical pour attester qu'il a bien lu le MED A020. Ce MED A020 est rappelé quasiment à chaque visite en médecine aéronautique. Cela a permis une amélioration dans le sens où le pilote contacte plus rapidement son médecin référent.

D'ailleurs il faudrait dédramatiser sur le fait que les pilotes cachent leurs pathologies au médecin aéronautique. Cela peut être vrai chez une certaine partie des pilotes, notamment au début. Mais il est vrai qu'avec la répétition des consultations une relation de confiance se crée et ils dévoilent en général la plupart de leurs problèmes médicaux.

Si le médecin généraliste avait une difficulté dans la prise en charge, une des premières choses à faire serait de rentrer en contact avec un médecin aéronautique (sans dévoiler le nom du patient). Ce médecin aéronautique pourrait être celui du patient, un médecin du CEMPN, ou par exemple en contactant un médecin de la SOFRAMAS ! Sur le site il y a différents contacts, notamment par mail, destiné au grand public et donc aux médecins généralistes.

Personnellement je reçois régulièrement des photocopies d'ordonnances de la part de spécialistes comme les cardiologues qui introduisent un médicament au long court et souhaitent savoir si cela est adapté... cela est beaucoup plus rare pour les médecins généralistes. Il y a d'ailleurs de nombreux spécialistes au sein de la SOFRAMAS qui pourront aiguiller sur une prise en charge (Psychiatrie, Ophtalmologie, etc...).

### Intervenant 3

#### 1. Quel est selon vous le rôle du médecin généraliste pour un patient pratiquant le pilotage ( ULM, pilote de ligne, pilote privé,...) ?

« Il est à mon avis très difficile d'être un bon médecin généraliste dans le sens où c'est une spécialité extrêmement complexe. Pour moi elle reste plus difficile qu'une spécialité d'organe. Il doit s'adapter à la profession et aux activités de son patient.

J'ai un exemple en tête où le pilote est arrivé en consultation avec un ISRS, parce qu'il avait fondu en larmes 1 ou 2 fois au cabinet de son médecin traitant. Après investigations il n'y avait pas de syndrome dépressif. Il y a eu une sur- médication de la part de son médecin traitant. Ce n'est pas pour rien qu'on est un des plus grands prescripteurs en Europe, y compris pour les psychotropes. Le souci pour ce type de sur-diagnostic c'est que le pilote ne reprendra ses fonctions aéronautiques parfois qu'un an après le début du traitement, et c'est pas loin d'être la même sanction pour le pilote privé... l'impact des prescriptions de son médecin traitant n'est donc pas à négliger. Cependant il faut que tout le monde fasse son travail normalement. Si la personne doit être traitée il est hors de question qu'on évite de prescrire sous prétexte qu'il perdrait son aptitude. La médecine doit passer avant l'aéronautique.

D'ailleurs ces règles s'appliquent à toutes les spécialités. Pour donner un autre exemple j'avais reçu un patient pilote professionnel qui était sous neo-mercazole pour son hyperthyroïdie depuis 3 mois ! Et il continuait à voler. Le traitement avait été entamé par un endocrinologue. Inutile de rappeler tous les effets secondaires pouvant impacter le pilote et la sécurité ( névrite, troubles digestifs,etc...). Les médecins généralistes sont en première ligne dans leur prise en charge sans avoir aucune formation à la médecine aéronautique. Par exemple pour une petite otite barotraumatique, quand est- ce qu'il laissera le pilote voler à nouveau ? Cette pathologie très courante n'est par exemple quasiment pas enseignée lors du cursus classique de médecine. Sur toutes les pathologies ORL il est difficile de prendre une décision pour eux également. Il ne peuvent pas émettre un arrêt de travail à tous les pilotes professionnels qui présentent un petit rhume... il faudrait par exemple savoir si la trompe d'Eustache est encore libre. Pour un pilote privé la prise en charge pour ces petites pathologies semble plus simple : il suffit de lui demander de temporiser son activité entra- professionnelle quelques jours. L'impact est moins important.

En tant que médecin agréé aux certificats médicaux des pilotes nous voyons nos patients qu'une demi heure par an, voire tous les 5 ans ... et ces patients ne sont pas forcément suivis par le même

médecin. Par définition ce n'est pas assez conséquent pour passer en revue toutes les informations relatives à sa santé. Nous sommes en dernière ligne et nous arrivons souvent après la bataille.

Il faudrait être plus indulgents sur les médications. Par exemple quand on sait que près d'une personne sur deux est hypertendue après 50 ans ( pas forcément diagnostiquée), il pourrait être intéressant d'introduire un anti-hypertenseur et laisser le patient inapte quelques jours plutôt que 3 semaines, tout en lui expliquant que cela pourrait lui éviter des AVC qui remettraient fortement en cause leur aptitude à piloter. Cela les inciterait à réaliser de vraies auto-mesures avec le médecin généraliste, où les résultats ne seraient pas volontairement modifiés.

De plus, je suis pour l'introduction d'antidépresseurs quand cela est nécessaire et bien toléré, comme pour les troubles anxieux. Les pays comme les USA, l'Australie, le Canada, voire la Nouvelle- Zélande sont beaucoup moins strictes quant à la période d'inaptitude avant la remise des vols, et cela favorise l'auto déclaration, la bonne santé du pilote sans forcément remettre en cause la sécurité des vols...»

2. Si le médecin traitant avait une difficulté de prise en charge chez un tel patient, sur quel réseau de soin pourrait- il s'appuyer (médecin du travail ou médecin aéronautique ou DGAC.... ) ? Y a-t-il en France un contact privilégié pour l'aider dans ses prises en charge ?

« La question est difficile. Il n'y a pas réponse stricte et cela dépendra justement des praticiens... le vrai problème reste le secret médical. Selon moi il ne doit en général pas être violé et la dérogation est vraiment exceptionnelle. Il y a un risque trop important de plainte envers le praticien.

Par exemple si un médecin traitant voyait un pilote adepte de la consommation de drogue, il ne doit en aucun cas violer le secret médical.

L'algorithme serait selon moi le suivant :

1 - le médecin généraliste doit savoir si le patient exerce une activité aéronautique. Si tel est le cas il pourrait, s'il peut, lui rappeler que c'est de la responsabilité du pilote de contacter son médecin aéronautique au sujet d'un changement de l'état de santé.

En effet cette partie est le MEDA020, elle est apposée sur le certificat médical, et est signée par le pilote ...

2 - le médecin généraliste pourrait rédiger un courrier, en expliquant la pathologie du patient, lui remettre en mains propres, et lui demander de l'apporter à son médecin aéronautique. Dans tous les cas tout doit être écrit dans son dossier patient.

3 - si le médecin traitant souhaite laisser une trace écrite il pourrait par exemple adresser ce courrier directement au domicile du patient, en recommandé

4 - le médecin aéronautique référent pourrait être contacté directement en demandant des conseils, mais sans mentionner le nom de son patient ( sauf éventuellement accord de ce dernier)

5 - s'il a un doute quant à l'éventuelle dérogation au secret médical il pourrait contacter le Conseil National de l'Ordre des Médecins.

Le fait de contacter directement de pôle médical de l'aviation civile pourrait prendre trop de temps pour obtenir une réponse en cas d'urgence.

Pour moi le secret médical doit absolument être respecté pour les pilotes. Même si l'affaire du Germanwings a pu chambouler les consciences. Si nous devons effectuer une dérogation au secret médical pour un pilote, alors dans ce cas il faudrait le faire pour tous les métiers à risque et à tous les transporteurs ? Cela me paraît contraire au fondement même de la relation médecin-patient.

Dans tous les cas, il serait peut-être nécessaire de réaliser un cours sur les métiers à risque en général : transports, port d'armes, ... »

#### **Intervenant 4**

1. Quel est selon vous le rôle du médecin généraliste pour un patient pratiquant le pilotage ( ULM, pilote de ligne, pilote privé,...) ?

« Le rôle du médecin traitant est très important dans le suivi médical du pilote selon moi. Un pilote est en général beaucoup plus à l'aise avec son médecin généraliste. Il est couvert par le secret médical et il n'y va pas pour mettre en jeu son aptitude. Le pilote sera probablement plus à l'écoute de son médecin traitant qu'avec tout autre spécialiste dans le sens où une relation de confiance s'établit plus naturellement. Ainsi l'entretien motivationnel, par exemple pour accepter de divulguer une information à son médecin aéronautique, ou accepter de remettre un arrêt de travail à son employeur, en sera facilitée.

D'ailleurs les pilotes en général sont assez craintifs lors d'une consultation avec son médecin aéronautique. Ce qui est logique. Et a contrario ils le seront beaucoup moins avec le médecin du travail où il n'y a pas de réelle sanction sur son aptitude quant à la divulgation des informations. Au

pire, il y aurait une adaptation du poste. Pour appuyer ce propos je me suis déjà retrouvé en tant que médecin examinateur face à un pilote qui, pensant être avec son médecin du travail, a divulgué beaucoup d'informations jusqu'ici inconnues dans son dossier médical...

Le rôle du médecin traitant concernant la médication est simple : il faudrait suivre les effets secondaires et précautions indiquées sur le Vidal. S'il est indiqué qu'une prudence est demandée quant à la conduite des véhicules, alors il est logique que le pilote devrait rester au sol lors d'une telle prescription par le médecin généraliste. Il se doit au moins d'en informer le pilote. Mais il doit adapter ses conseils. Par exemple la prescription d'un hypnotique pour un pilote travaillant en long courrier est tout à fait possible, mais il faudra respecter un intervalle entre la prise et la reprise des commandes. »

2. Si le médecin traitant avait une difficulté de prise en charge chez un tel patient, sur quel réseau de soin pourrait-il s'appuyer (médecin du travail ou médecin aéronautique ou DGAC,...) ? Y a-t-il en France un contact privilégié pour l'aider dans ses prises en charge ?

« Dans un premier temps le médecin généraliste doit bien insister auprès du pilote pour que celui-ci comprenne les risques d'une médication ou d'une pathologie. Lors d'un entretien avec un médecin aéronautique, le principe auto-déclaratif de la part du pilote pourrait l'amener à ne pas communiquer tout nouvel état de santé ou médication à son médecin aéronautique.

Pour comparer à l'accident du Germanwings, en ce qui concerne les arrêts de travail, en France comme en Allemagne c'est au patient de transmettre les documents à son employeur. On ne pourrait pas savoir en tant que médecin s'il l'a transmis ou non. Dans les textes on n'est pas tenu de le dénoncer. Cela n'est par exemple pas le cas dans certains pays du nord de l'Europe où un médecin se doit de dénoncer une personne pour ne pas être poursuivi (s'il y a un danger potentiel). D'ailleurs le pilote n'était pas seulement dépressif, il avait surtout un état psychotique avec probablement un trouble de la personnalité.

Cela ouvre une question de l'ordre de la responsabilité en tant que civil : si un ami sort de chez nous en étant alcoolisé, cela relève quand même de notre responsabilité de ne pas le laisser partir. Une affaire a eu un retentissement du côté du Royaume-Uni ; un patient qui sortait de consultation avec son médecin traitant était en état d'ivresse aigüe, il a repris son véhicule et malheureusement a tué plusieurs enfants. Il est vrai qu'en France, un recours par le médecin généraliste au Procureur pour mise en danger ou péril imminent existe. Et cette option serait adéquate si un pilote encourrait un réel danger pour la vie des autres. Mais le risque pour le médecin généraliste existe : une plainte à l'Ordre pour violation du secret...

Certaines choses ont changé depuis l'histoire de la Germanwings, notamment pour la consommation de substances psychoactives. Désormais l'autorité a le droit de réaliser des tests aléatoires (comme sur la route) dans certaines circonstances : « presque accident » ou comportement anormal du personnel navigant.

Finalement pour le réseau de soin du médecin généraliste je dirais que :

- 1) le pilote doit être le premier intermédiaire entre le médecin traitant et son médecin aéronautique
- 2) en cas de difficulté le médecin généraliste pourrait contacter un médecin aéronautique pour avoir un conseil. Il pourrait appeler celui du pilote, ou un médecin issu d'un CEMPN. Le tout sans divulguer le nom de son patient.
- 3) le médecin généraliste pourrait contacter directement le pôle médical de la DGAC. Ceci est en général peu connu.

Le médecin du travail a principalement un rôle dans l'analyse des conditions de travail du pilote. Ce n'est pour moi pas la première personne à contacter.

Pour ce qui est le Conseil de l'Ordre il pourrait être un intermédiaire si le médecin avait besoin d'un conseil quant à la dérogation ou violation du secret médical uniquement... et d'ailleurs s'il s'avérait qu'un péril imminent ou mise en danger de la vie d'autrui était d'actualité je pense qu'un signalement au procureur serait la seule solution. »

## **Intervenant 5**

1. Quel est selon vous le rôle du médecin généraliste pour un patient pratiquant le pilotage ( ULM, pilote de ligne, pilote privé,...) ?

Pour cette question, j'imagine plusieurs réponses. Cela dépend cependant de la connaissance du milieu aéronautique de la part du médecin, du niveau de confiance existant entre praticien et patient, et du temps disponible au médecin pour sortir de sa mission immédiate. Dans ses rôle on pourrait citer les suivants :

- sensibilisation du pilote à la nécessité d'une bonne hygiène de vie en général ( pas de consommation de toxiques, tabac, alcool, sport, alimentation)
- encouragement du pilote à maîtriser les quatre principaux facteurs de risque cardiovasculaires sur lesquels il peut agir

- en cas de pathologie nouvelle, de traitement nouveau, informer le pilote des risques de diminution de la capacité à piloter et l'inciter à prendre un avis medico-aéronautique.
- pour le pilote ULM à qui il est susceptible de délivrer une aptitude au vol, respecter les grands préceptes médico-aéronautiques surtout en matière de risque d'incapacité subtile ou subite. Comme, il n'y a pas de référent médico-aéronautique, c'est au médecin généraliste que revient ce rôle d'information voire de décision.
- pour le pilote privé, savoir renvoyer le pilote vers son médecin aéronautique en cas d'événement médical nouveau pour un avis sur aptitude

2. Si le médecin traitant avait une difficulté de prise en charge chez un tel patient, sur quel réseau de soin pourrait-il s'appuyer (médecin du travail ou médecin aéronautique ou DGAC,...) ?  
Y a-t-il en France un contact privilégié pour l'aider dans ses prises en charge ?

Le médecin généraliste devrait s'appuyer sur le réseau des médecins aéronautiques principalement, mais aussi des médecins du travail pour les pilotes qui travaillent dans les compagnies qui ont un tel service. Et enfin il pourrait contacter les médecins du pôle médical en cas d'urgence.

Pour le pilote professionnel, cela paraît plus facile à gérer car les pilotes professionnels sont demandeurs d'informations susceptibles de garantir la sécurité des vols. Néanmoins, il faudrait que le médecin puisse aller au delà de la demande en cas de situation à risque incluant les crises psychologiques ou les traits de personnalité inadaptés. De même, il lui faut être vigilant à la fatigue et au surmenage.

Enfin, le médecin généraliste doit être informé de sa possibilité déontologique d'effectuer un signalement en cas de menace comportementale flagrante pour la sécurité des vols.

## **Intervenant 6**

1. Quel est selon vous le rôle du médecin généraliste pour un patient pratiquant le pilotage ( ULM, pilote de ligne, pilote privé,...) ?

Effectivement le médecin traitant a son rôle à jouer : c'est simplement d'effectuer ses principales missions. Le médecin traitant et le médecin aéronautique sont complémentaires. Nous sommes des experts et nous ne sommes pas dans la médecine de soin. Pour la médication nous n'avons

normalement pas à interférer avec les prescriptions du médecin traitant. Cependant il est vrai que quand nous sommes face à une ordonnance avec des molécules contre-indiquées ou bien avec un risque trop important pour la sécurité aérienne nous transmettons par courrier le potentiel changement thérapeutique à réaliser. Cela est aussi vrai pour des examens complémentaires : on peut être amené à demander au médecin traitant de réaliser une épreuve d'effort.

Le médecin traitant est assez important pour la prévention primaire du pilote, même si en France nous avons coutume ( les médecins aéronautiques) de réaliser une grosse tâche sur ce type de prévention par rapport à nos homologues européens.

Le médecin traitant n'a probablement pas le temps de s'attarder sur toutes les spécificités aéronautiques mais il doit absolument savoir quelle est l'activité de son patient lors d'une prescription. Tout comme il devrait par exemple expliquer à un patient épileptique de se rendre chez un médecin agréé par la préfecture ou ne pas conduire avec tel traitement. Il faut rester alerte en général sur les activités à risque.

2. Si le médecin traitant avait une difficulté de prise en charge chez un tel patient, sur quel réseau de soin pourrait-il s'appuyer (médecin du travail ou médecin aéronautique ou DGAC,... ) ?  
Y a-t-il en France un contact privilégié pour l'aider dans ses prises en charge ?

La première personne à contacter par un médecin généraliste pourrait être le médecin aéronautique. Par exemple mon propre mail n'est pas caché et peut être récupéré sur le site de la SOFRAMAS. Ils pourraient nous contacter sans souci pour tout problème médical.

D'ailleurs ce site de la SOFRAMAS est ouvert au grand public et il pourrait être consulté par les médecins (diaporama de présentation en Congrès, derniers articles de revue aéronautique et spatiale, le parcours pour devenir médecin aéronautique,...).

Dans tous les cas il faut insister sur le fait que c'est à l'intéressé de faire l'intermédiaire dans la plupart des cas entre le médecin traitant et le médecin aéronautique.

## **DISCUSSION**

## Quelques exemples dont le crash du Germanwings

Les normes qui régissent la santé des pilotes n'est pas le fruit du hasard. Les enquêtes sur les incidents et accidents d'avions ont pu relever le rôle majeur que jouait l'être humain dans ces catastrophes.

Les pathologies médicales sont encore retrouvées dans de nombreux éléments malheureux. Parmi eux, les accidents survenant sur des avions monopilotes peuvent être retrouvés dans les rapports du Bureau d'enquêtes et d'analyses :

- en septembre 2010 près de Saint-Sauveur (70) : les enfants d'un pilote privé voient leur père perdre connaissance sur un malaise cardiaque. Une amie passagère en place avant, qui n'a pas de connaissance aéronautique, maintient le Diamond DA40 en vol pendant environ 25 minutes. Elle parvient à atterrir dans un champ mais heurte le ballast d'une voie ferrée. Elle décède également lors de l'accident.
- en mai 2003 un piper PA 34 monopilote sort de la piste de Bâle- Mulhouse sur un malaise cardiaque d'origine coronarienne du pilote. Il avait 59 ans, 3 FDR cardiovasculaires et était pilote professionnel. Tous les occupants de l'avion ont survécu. [55]
- en août 2018 un pilote de planeur de 62 ans se tue près de Chambéry. L'autopsie a révélé un infarctus du myocarde. Le vol, entre 5000 et 10000 pieds, a été un facteur favorisant. [56]

Au delà de la pathologie aiguë et cardiaque, la fatigue a déjà pris un rôle dans quelques incidents voire accidents fatals dans le monde aérien. Parmi ces exemples il est possible de rappeler :

- en Février 2009 : crash d'un Bombardier Q400 de Colgan Air 3407 à New York (49 morts) sur une mauvaise manoeuvre du pilote durant l'approche. La fatigue a été jugée comme facteur contributif à cette erreur. [153]
- en février 2008 : incident sur le vol 1002 de Mesa Airlines. Les deux pilotes se sont endormis, passant depuis 18 minutes leur aéroport de destination Hawaii au milieu de l'océan et ne répondant pas aux demandes du contrôleur. Les investigations ont établi que le commandant de bord était atteint d'un sévère SAHOS non diagnostiqué. [154]
- en mai 2010 : crash d'un Boeing 737-800 d'Air India Express sur le vol Dubaï - Mangalore à l'atterrissage. 166 occupants sur les 174 ont péri. L'enregistreur de vol avait noté dans les 2 dernières heures du vol un endormissement du CDB avec notamment quelques ronflements. Celui-ci n'a pas écouté son copilote lui demandant de remettre les gaz à 3 reprises en courte finale. [155]

- les plus petits avions sont aussi concernés avec l'avènement des pilotes automatiques. En novembre 2018 un pilote australien, seul à bord, s'endort à bord de son piper PA 31. Il se réveille 80 kilomètres après son aéroport de destination de King Island, sans conséquences. [156]

Toutes les anomalies relatives aux sens pourraient avoir des issues fatales. Nous relevons un exemple qui 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 PAPI ( système d'aide lumineux indiquant la pente d'approche à l'atterrissage).

Il était difficile de discuter de psychologie, d'aviation et de ne pas évoquer le tragique accident du Germanwings, qui s'est déroulé il y a quelques années sur le territoire français, tant il a marqué les esprits.

Les faits qui se sont produits en France ont pu être analysés par le Bureau d'enquêtes et d'analyses (BEA) afin d'établir un rapport sur les circonstances de ce vol. Le BEA est l'autorité française d'enquêtes de sécurité de l'aviation civile. Ses enquêtes ont pour unique objectif l'amélioration de la sécurité aérienne et ne visent nullement la détermination des fautes ou responsabilités, elles sont indépendantes, distinctes et sans préjudice de toute action judiciaire ou administrative. [45]

Ce crash aérien est survenu le 24 mars 2015 sur un Airbus A320 de la compagnie Germanwings. Il devait réaliser la liaison entre Barcelone (Espagne) et Düsseldorf (Allemagne).

Le copilote est un Homme de 27 ans de nationalité allemande. Il est pilote en fonction (PF) c'est-à-dire qu'il assure la conduite du vol alors que le commandant de bord, un Homme de 34 ans est sur ce trajet pilote non en fonction (il assure notamment les messages radio).

Une demi-heure après le décollage, alors que l'avion est en palier à l'altitude de croisière le commandant de bord annonce au copilote qu'il quitte le poste de pilotage et lui demande de prendre en charge les communications radiophoniques. Quelques secondes après le départ du commandant l'altitude sélectionnée au pilote automatique passe en une seconde de 38 000 à 100 pieds (altitude la plus basse possible que l'on peut afficher, en sachant que le site de l'accident est localisé en montagne, à une altitude d'environ 5000 pieds d'altitude). L'avion commence alors directement sa descente et le pilote ne répondra pas aux appels du contrôle aérien de Marseille pendant toute la fin du vol.

Quatre minutes après être sorti du poste le commandant demande à ce que la porte s'ouvre, puis tente par tous les moyens de l'ouvrir...en vain.

Dix minutes après le départ du commandant du poste de pilotage l'avion heurte le relief dans les Alpes à Prads-Haute-Bléone. Les 144 passagers et 6 membres d'équipage sont tués sur le coup. L'avion est entièrement détruit. [45]

L'affaire conclura à un suicide du copilote. Alors comment en est-on arrivé là ? Pourquoi était-il autorisé à piloter ? Un professionnel de santé aurait-il pu déceler le problème psychologique du pilote ? Est ce que son médecin traitant était au courant de ses tendances dépressives ? Si cela arrivait en France, aurait-on moyen de l'éviter ?

Le but étant de discerner les erreurs du système et de les mettre en parallèle aux méthodes d'exercice de la médecine en France.

Afin de simplifier la compréhension, un résumé chronologique des faits a été établi en ce que concerne les certificats médicaux officiels chez le copilote :

- à 20 ans en avril 2008, il réussit les sélections d'entrée à la formation de Lufthansa Flight Training (y compris ceux portant sur les capacités mentales, les compétences relationnelles et traits de personnalité). Pour pouvoir débiter il a obtenu un certificat médical de classe 1 sans restriction (valable donc 1 an jusqu'en avril 2009), délivré par le centre aéromédical de Lufthansa (AeMC).
- En août 2008, le copilote a commencé à souffrir d'un épisode dépressif grave, avec idées suicidaires, sans symptômes psychotiques et a été hospitalisé. Il avait été mis sous antidépresseurs jusqu'en juillet 2009 avec suivi psychiatrique et thérapie cognitivo-comportementale de janvier 2009 à octobre 2009. Pendant 10 mois celui-ci a donc arrêté sa formation ( novembre 2008 à août 2009).
- En avril 2009, lors de son premier épisode dépressif, il a demandé à l'AeMC de la Lufthansa la prorogation de son certificat médical de classe 1, exactement un an après la première délivrance de ce dernier. Sur le formulaire de demande, il a déclaré avoir été admis à l'hôpital. Le certificat médical n'a pas été délivré à l'époque par cet AeMC et le copilote a été informé qu'une analyse plus approfondie par un spécialiste était nécessaire. Et donc en juillet 2009, un psychiatre travaillant pour le même AeMC a signalé que l'épisode dépressif était terminé et que le certificat médical de classe 1 pourrait à nouveau être accordé. Au moment où ce certificat médical a été délivré, aucun renvoi devant la LBA ( Luftfahrt-Bundesamt qui est l' autorité en charge de la surveillance de l'aviation civile en Allemagne) n'a été effectué par les AME de l'AeMC de la Lufthansa, ceci n'étant pas exigé par les règlements en vigueur en Allemagne. Il est à noter que ce

certificat médical de classe 1 a été délivré peu après l'arrêt de la prise du médicament antidépresseur. Si le règlement allemand à l'époque avait été entièrement conforme à la PART-MED de l'EASA, la décision de délivrer le certificat aurait été renvoyée devant la LBA. Son certificat médical comportait la mention « Note the special conditions/ restrictions of the waiver FRA 091/09 : REV ». Ceci indiquait alors que le certificat deviendrait non valide en cas de rechute dépressive.

- Puis à partir de là il enchainera jusqu'en 2014 sa formation pour finir avec une qualification sur un avion abus type A320 chez Germanwings. Il a donc obtenu chaque année un certificat d'aptitude médicale de classe 1 d'une durée de validité d'un an et comportant la même mention et ce, jusqu'au tragique accident (le dernier certificat d'aptitude médicale de classe 1 valide a été établi le 28 juillet 2014 et était valide jusqu'au 14 août 2015). Tous les AME qui l'ont examiné au cours de cette période étaient informés de la réserve et de ses antécédents de dépression. Ils ont évalué son aptitude psychologique et psychiatrique par l'observation de son comportement et par des entretiens. De plus :

- Sa licence PPL ne comportait aucune mention ni limitation
- Sa licence professionnelle comportait la limitation «SIC incl. PPL», signifiant « examens médicaux spécifiques réguliers - contacter l'autorité de délivrance des licences ». Cette limitation exige que l'examineur aéromédical (AME) contacte l'autorité de délivrance des licences avant de procéder à l'évaluation médicale en vue de la prorogation ou du renouvellement du certificat médical. Elle peut concerner des antécédents médicaux dont l'AME doit être informé avant d'entreprendre l'évaluation. [45]

Il y a donc eu des événements non mentionnés aux autorités de délivrance des licences dans les semaines ou mois précédents le crash. Avec cette enquête du BEA il a été possible de les retrouver. Les événements médicaux et consultations en médecine de soin ont été listés en cascade ci-dessous . Ils laissaient présager une rechute de sa maladie :

- novembre 2014 : consultation d'un premier médecin généraliste non spécialisé en aéronautique qui prescrit au copilote un arrêt maladie de 7 jours.
- en décembre 2014 il consulte différents médecins de ville (généralistes et spécialistes) pour des problèmes de vision et troubles du sommeil. Les troubles de la vision ont été examinés par plusieurs ophtalmologistes et tous sont arrivés à la conclusion qu'il n'y avait aucune raison organique.
- environ un mois avant l'accident, le 17/02/2015 il consulte un nouveau médecin généraliste qui retrouve des troubles psychosomatiques avec anxiété. Il lui prescrit Zopiclone 3,75 mg avec la

délivrance d'un arrêt de travail de 8 jours et l'oriente vers un psychothérapeute et un psychiatre pour un traitement ambulatoire. Cet arrêt de travail n'a pas été transmis à Germanwings

- 5 jours plus tard, le 22/02/2015 il consulte un nouveau médecin généraliste, différent des précédents, qui prescrira un arrêt de travail de 3 jours
- 2 jours après, le 24/02/2015 il voit son psychiatre traitant, qui l'avait déjà suivi lors de ses précédents épisodes dépressifs, et lui prescrit Mirtazapine
- 09/03/2015 : le copilote prend une consultation avec, encore, un nouveau médecin généraliste qui lui délivre un d'arrêt de travail (date de fin inconnue). Cet arrêt n'a pas été transmis à Germanwings.
- 10/03/2015 : il revoit le médecin généraliste qui lui avait prescrit du zopiclone le 17/02 qui l'oriente vers un traitement en hôpital psychiatrique en raison d'une possible psychose et lui prescrit de nouveau un arrêt de travail de 19 jours, encore non transmis à Germanwings
- 16/03/2015 : il consulte son psychiatre traitant qui l'avait initialement mis sous mirtazapine. Il ressort avec une ordonnance comportant Escitalopram 20 mg/ml gouttes, Dominal 80 mg (neuroleptique), Zolpidem
- 18/03/2015 : le copilote prend un rendez-vous avec un nouveau médecin généraliste et repart avec un énième avis d'arrêt de travail de 5 jours, non transmis à Germanwings. Ce fut la dernier médecin consulté avant la tragédie 6 jours plus tard. [45]

Des examens toxicologiques post-mortem des tissus humains du copilote trouvés sur le site de l'accident ont été menés par les autorités judiciaires françaises. Elles confirment la présence d'Escitalopram et de mirtazapine (deux médicaments antidépresseurs) et ont également révélé la présence de zopiclone. [45]

Le peu de données médicales et personnelles disponibles pour l'enquête de sécurité n'a pas permis d'établir un diagnostic psychiatrique clair. En particulier il n'a pas été possible d'interroger les proches du copilote et certains médecins généralistes, car ceux-ci ont exercé leur droit de refuser d'être interrogés par le BEA et/ou le BFU (Autorité allemande responsable des enquêtes de sécurité). Cependant, la majorité des experts consultés par le BEA ont admis que les informations médicales limitées peuvent être compatibles avec un épisode dépressif accompagné de troubles psychotiques apparu chez le copilote fin 2014 et qui a duré jusqu'au jour de l'accident. D'autres formes de maladie mentale ne peuvent être exclues et un trouble de la personnalité est aussi une possibilité. [45]

Le pilote cherchait à se faire aider et se soigner (présence des médicaments prescrits dans l'analyse post mortem), il n'était pas dans un déni et était très probablement conscient des potentielles

conséquences d'une inaptitude ( refus de transmettre un arrêt de travail à son employeur, informations non divulguées aux médecins aéronautiques..).

Le pilote connaît logiquement la réglementation de l'UE (MED.A.020) et en est donc le premier fautif. Celle-ci exige que les titulaires de licence n'exercent à aucun moment les privilèges de leur licence et des qualifications ou certificats qui y sont liés s'ils prennent ou utilisent des médicaments prescrits ou non qui sont susceptibles de nuire à l'exercice en toute sécurité des privilèges de la licence applicable. Elle exige également que les titulaires de licence tâchent d'obtenir, sans retard indu, un avis aéromédical s'ils ont entamé la prise régulière de tout médicament et que les titulaires de certificats médicaux de classe 1 doivent obtenir l'avis d'un AeMC ou d'un AME. Le copilote n'a contacté aucun AME entre le début de la diminution de son aptitude physique et mentale en décembre 2014 et le jour de l'accident. Il a volé comme pilote professionnel transportant des passagers pendant des dizaines de vols au cours de cette même période.

Le jour de l'accident, le pilote souffrait toujours d'un trouble psychiatrique, qui pouvait être un épisode dépressif psychotique, et prenait des médicaments psychotropes. Cela le rendait inapte à voler. Aucune action n'a pu être prise par les autorités ou son employeur pour l'empêcher de voler le jour de l'accident, car ils n'ont pas été informés ni par le copilote lui-même, ni par un professionnel de santé, un collègue ou membre de la famille.

Aucun des médecins généralistes ou psychiatres, qui étaient probablement au courant de la profession du copilote, n'a informé une autorité de l'aviation, ni aucune autre autorité, de l'état mental du copilote.

En souffrant d'une maladie avec des symptômes de trouble psychiatrique, et peut-être d'un épisode dépressif psychotique, il avait possiblement des capacités mentales altérées et une perte probable de contact avec la réalité. Ceci entraînant un manque de discernement et de lucidité pour déclarer par lui-même sa pathologie aux médecins aéronautiques.

De plus le copilote n'avait pas d'assurance complémentaire le couvrant en cas de perte future de revenus pour cause d'inaptitude au vol. Dans un e-mail de décembre 2014, il indiquait que le fait d'avoir une dérogation mentionnée sur son certificat médical l'empêchait de souscrire une telle police d'assurance. Ce qui pourrait expliquer que le copilote ne transmettait aucune information de la rechute de sa pathologie. [45]

Il savait qu'en cas de rechute il pouvait renoncer au métier de pilote pour le restant de ses jours. Comme pour la plupart des pilotes professionnels, la décision de devenir pilote de ligne n'a probablement pas été motivée uniquement par le désir de gagner un salaire, mais aussi par une passion pour le pilotage d'aéronefs, et par l'image positive véhiculée par cette profession.

Le suicidologue américain Edwin Shneidman dans son livre « La définition du suicide » (1985), a établi que l'état cognitif commun du suicide est la constriction. Les pensées et plans suicidaires sont souvent associés à un modèle de pensée rigide et étroit pouvant être comparé à une vision tunnelisée et un rétrécissement du champ visuel. La personne suicidaire est temporairement incapable ou peu disposée à adopter un comportement efficace de résolution des problèmes et peut considérer ses options en termes extrêmes de type tout ou rien.

Selon Edwin Schneidman, les personnes ayant des normes et des attentes élevées sont particulièrement vulnérables aux idées de suicide lorsque l'atteinte de ces objectifs est soudainement contrariée. Les personnes qui attribuent l'échec ou la déception à leurs propres insuffisances peuvent venir à se considérer comme sans valeur, incompétentes ou indignes d'être aimées. [45]

Les professionnels de santé voyant en consultation un patient atteint d'une telle pathologie pourraient par exemple considérer que ceux- là sont dans une situation de péril imminent, quel que soit leur métier.

Comme expliqué dans cette thèse le calcul du risque acceptable concernant une incapacité en vol de pilotes est basé sur la « règle du 1 % ». Elle repose sur la présence d'un second pilote afin de prendre en charge toutes les fonctions de vol en cas d'incapacité de l'autre pilote. Cependant cela n'est possible que si le second pilote est physiquement présent dans le poste de pilotage et si l'incapacité de l'autre pilote n'est pas due à un trouble mental qui se traduit par des actions inadéquates ou délibérées susceptibles de placer l'aéronef dans une situation dangereuse. Par conséquent, l'incapacité mentale ne doit pas être traitée de la même manière que l'incapacité physique, car les risques générés ne peuvent être atténués de la même manière par le principe du vol à deux pilotes. Par conséquent, la cible du risque acceptable pour la non-détection d'un trouble mental pouvant se traduire par une tentative volontaire de placer l'aéronef dans une situation dangereuse doit être plus ambitieuse que celle généralement acceptée pour le risque « classique » d'incapacité physique. Si l'on suit la méthode de calcul développée dans le Manuel de médecine aéronautique civile de l'OACI (Doc 8984), l'objectif devrait être inférieur à 0,01 %.

L'examen des accidents et incidents antérieurs confirme que les actions menées par un pilote perturbé mentalement visant délibérément à faire s'écraser l'aéronef ont parfois été impossibles à contrecarrer par l'autre pilote. L'examen des incidents montre également que l'incapacité psychologique d'un pilote, même si elle ne conduit pas à une tentative délibérée de faire écraser l'avion, est difficile à contrôler par d'autres membres de l'équipage et peut conduire à une situation dangereuse. Pour cette raison, plus d'attention devrait être accordée à la prévention de l'incapacité mentale, même si l'objectif quantitatif de 0,01% peut être difficile à atteindre. [45]

Les spécialistes en médecine aérospatiale et les psychiatres interrogés par le BEA s'accordent généralement sur le fait que les maladies mentales graves impliquant une psychose soudaine sont relativement rares, et leur apparition est impossible à prédire.

En outre, pour les troubles mentaux récurrents qui se produisent par cycle, les crises peuvent ne laisser aucune trace et lorsque les visites médicales sont réalisées dans la période calme d'un cycle, les troubles peuvent passer inaperçus. C'est pourquoi, la plupart estiment que la mise en place d'évaluations psychiatriques approfondies de l'ensemble des pilotes dans le cadre des évaluations aéromédicales de routine ne serait ni efficace ni rentable. [45]

Cependant cela peut nous interpeller sur le rôle du médecin traitant. Celui-ci a peut être déjà vu des prémices de difficultés psychologiques chez son patient pilote. Il connaît le contexte environnementale, familial, social... Il serait logique de penser que celui-ci est le professionnel de santé le plus armé pour détecter une pathologie psychiatrique chez son patient.

D'après l'AsMA des évaluations psychiatriques plus approfondies ou plus fréquentes des pilotes lors des visites annuelles pourraient améliorer la détection et réduire le risque d'une éventuelle incapacité mentale en vol.

La pertinence de l'évaluation mentale pourrait être augmentée en améliorant la formation des AME en matière d'évaluation de la santé mentale (recommandé par l'EASA et par l'AsMA après l'accident) :

- en fournissant des lignes directrices permettant à un AME de déterminer quand il doit demander l'avis de spécialistes en santé mentale avant de décider si un pilote est apte ou non
- en se référant à l'examen par un expert indépendant chaque fois qu'un candidat a des antécédents de maladie mentale, même dans les cas où il existe déjà une limitation. [45]

Différentes stratégies sont adoptées par certaines organisations dans les secteurs à haut risque afin de limiter les conséquences de l'inaptitude de leurs agents et de renforcer l'auto-déclaration.

Par exemple, dans l'industrie nucléaire française, l'implication des employés est encouragée par le fait qu'il n'y a aucune perte de revenu due à l'inaptitude médicale d'un employé à exercer ses fonctions. La société offre un autre poste à un employé jugé inapte, sans aucune modification de salaire.

Dans le secteur ferroviaire, la SNCF a indiqué qu'un conducteur de train déclaré inapte se verrait proposer un autre poste, bien que cela puisse entraîner une perte de revenus.

Il existe au sein des compagnies aériennes plusieurs programmes visant à apporter une assistance aux pilotes, et parfois plus généralement aux employés des compagnies aériennes, en cas de

détresse personnelle, émotionnelle ou mentale. Ces programmes offrent un service d'orientation, un soutien des pairs et des conseils en « zone de sécurité » pour tenter de résoudre le problème d'un employé de manière non punitive, tout en maintenant le même niveau élevé de sécurité pour la compagnie aérienne. Ils sont conçus pour aider les employés sur des questions personnelles qui peuvent nuire à leur carrière, tels que la toxicomanie, le stress post-traumatique, les normes éthiques et professionnelles ou le maintien du certificat médical. [45]

Le médecin généraliste, en ayant notion de tels programmes, pourraient au moins l'inciter à en discuter avec ceux-ci plutôt qu'aux médecins examinateurs si le pilote n'en a pas encore l'envie ou la motivation. Chez Air France il en existe un : GAIN. Cela n'est pas le cas pour les plus petites compagnies.

À la suite de ses travaux sur cet accident, le groupe de travail de l'EASA a rendu six recommandations à la Commission européenne le 16 juillet 2015 :

- nécessité d'avoir 2 personnes dans le cockpit ( très peu de compagnies ont maintenu cette règle aujourd'hui)
- tous les pilotes de ligne doivent subir une évaluation psychologique dans le cadre de la formation ou avant de prendre leurs fonctions. La compagnie aérienne doit vérifier qu'une évaluation satisfaisante a été réalisée. Une plus grande attention y est apportée, que ce soit dans les compagnies aériennes, ou pour une certification médicale.
- rendre obligatoire le dépistage de drogues et de l'alcool dans le cadre d'un programme aléatoire de tests par l'exploitant et au moins dans les cas suivants : évaluation médicale initiale de Classe 1 ou lorsque l'individu est employé par une compagnie aérienne, après un incident ou accident lorsque cela est justifié, et dans le cadre du suivi après un dépistage positif. Comme mentionné dans cette thèse, cela se fait depuis février 2021 en France.
- mise en place d'un programme de surveillance concernant la performance des examinateurs aéromédicaux, notamment l'application pratique de leurs connaissances.
- les réglementations nationales doivent permettre de trouver un juste équilibre entre la confidentialité du patient et la protection de la sécurité publique. Cette question sera discutée dans la prochaine partie.
- le Groupe de travail recommande la mise en œuvre de systèmes de déclaration et de soutien aux pilotes, lié au système de gestion de la sécurité de l'employeur dans le cadre d'un environnement de travail non punitif et sans atteinte aux principes de culture juste. Cette procédure se fait assez régulièrement, que ce soit dans les écoles de pilotage ou en compagnie : passage d'un avion à un métier au sol : simulateurs, ressources humaines,...

D'autres accidents ou incidents de transport public ont pu être causés par des manoeuvres intentionnelles de l'un des membres d'équipage de conduite, ou dans lesquels le comportement d'un membre de l'équipage était notablement affecté par un trouble mental et a eu un impact sur la sécurité du vol. Parmi ceux-là il y a lieu de relever les suivants :

- En mars 2012 un Airbus A320 de la compagnie JetBlue aux États-Unis quitte New York-JFK à destination de Las Vegas. Le commandant de bord commence à parler de la religion, mais, selon le copilote, ses déclarations ne sont pas cohérentes. Puis le commandant de bord s'adresse aux contrôleurs de circulation aérienne en hurlant dans la radio et leur ordonne de se taire, il éteint les radios, et réprimande sévèrement le copilote pour avoir essayé de l'utiliser. Le commandant de bord déclarera ensuite : "nous avons besoin de faire un acte de foi, nous n'allons pas à Vegas". Par la suite le commandant de bord quitte brusquement le poste de pilotage pour aller aux toilettes avant. Lorsque le personnel navigant rencontre le commandant de bord et lui demandent quel est le problème, il devient agressif et frappe à la porte des toilettes occupées. Le copilote, en profite pour faire venir un commandant de bord au repos au poste de pilotage, où ce dernier assiste le copilote pendant le reste du vol. Lorsque le copilote, sur le système d'annonce passagers, donne l'ordre d'arrêter le commandant de bord, plusieurs passagers interviennent et mettent le commandant de bord à terre. Celui-ci continue de hurler des commentaires au sujet de Jésus, du 11 septembre, de l'Irak, de l'Iran, et des terroristes. Le copilote déclare une situation d'urgence, détourne l'avion vers Amarillo (Texas) et atterrit.
- janvier 2008 un Boeing 767 d' Air Canada au départ de Toronto (Pearson) à destination de Londres (Heathrow) a également subi une incapacité sur trouble psychiatrique du copilote. Celui-ci est devenu agressif et peu coopératif. L'aéronef atterrit en toute sécurité à l'aéroport de Shannon.
- janvier 2001 un DC-3 Galaxy Cargo de la compagnie Air États-Unis quitte la piste d'une île en Alaska et percute une montagne volcanique à 1500 pieds sur le cap de la piste, à 4,5 miles de l'aéroport. Les dossiers médicaux du commandant de bord à la FAA ( fédération américaine) ne contiennent aucune trace de suivi pour toxicomanie. Un examen toxicologique du commandant de bord, effectué par la FAA, a révélé de la cocaïne et des métabolites de cocaïne. Un examen toxicologique du copilote a révélé deux antidépresseurs différents soumis à ordonnance médicale.

- mai 1996 un BAC 1- 11 de British Airways est en croisière entre Birmingham (Royaume-Uni) et Milan lorsque le copilote se plaint d'un malaise, déclarant qu'il a "peur de l'altitude". Le copilote refuse l'oxygène et la boisson gazeuse qui lui ont été proposés. Il continue à présenter des symptômes d'anxiété et de stress, à tel point que le chef de cabine ne parvient pas à appliquer la procédure standard en cas d'incapacité du pilote qui stipule que le membre d'équipage doit être retenu sur son siège avec le harnais bouclé. Le Commandant de bord décide de se dérouter vers Lyon, France, où l'avion atterrit sans autre incident. Les témoignages recueillis après l'incident révèlent que ce n'était pas la première fois que ce copilote agissait de la sorte, et il a admis avoir pris des médicaments psychotropes, sans le signaler aux autorités aéromédicales.
- 1994 un ATR42 de la Royal Air Maroc percute le sol sur une action du commandant de bord. Le copilote se trouve dans le poste de pilotage mais ne parvient pas à contrer les actions du commandant de bord. 44 morts sont à déplorer.
- février 1982 dans un DC-8 de Japan Airlines le commandant de bord, après avoir désengagé le pilote automatique en approche finale, pousse le manche en avant avec les deux mains et ramène les manettes de gaz sur la position ralenti. Le copilote ne parvient pas à relever le nez de l'avion. L'aéronef s'écrase en mer 510 m avant la piste. L'enquête a montré que les actions du pilote avaient pour origine un problème mental. Il souffrait de schizophrénie.

En résumé, dans l'histoire du Germanwings, le copilote consultait uniquement avec des intervenants extérieurs au milieu aéronautique et principalement des médecins généralistes et psychiatres. Les groupes d'aides de la compagnie Lufthansa, les médecins aéronautiques, l'autorité de délivrance des licences et le service de santé de la compagnie n'ont jamais rien appris sur les pathologies trainantes depuis plusieurs mois. La seule personne qui connectait son médecin de ville et le monde aéromédical restait le pilote, qui n'était peut être pas en mesure d'avoir toute la lucidité nécessaire à la prise d'une décision réfléchie.

Mais que faire en cas de détection d'une pathologie qui pourrait compromettre la sécurité des vols ? Avec les nombreux autres exemples il est légitime de penser que ces phénomènes ne sont pas qu'anecdotiques. Ils restent malgré tout rares. Une mise en danger de la vie d'autrui peut logiquement être discutée. Est- ce un péril imminent pour le grand public ? Le médecin généraliste a-t-il le droit de déroger au secret médical ? Des éléments de réponses pourront être retrouvés dans la partie relative au secret médical dans cette thèse. Mais l'interprétation de chaque praticien pourrait amener à des décisions non universelles.

## Les bases de données

Il a été choisi d'effectuer les recherches sur plusieurs bases de données afin d'élargir la possibilité de trouver un article adapté à notre sujet, tout en étant de méthode scientifique valable.

La revue de la littérature de type narratif non systématique a été volontairement choisie pour plusieurs raisons (points forts) :

- L'objectif de la thèse était de réaliser un guide pour le médecin généraliste, sur des sujets transversaux. Naturellement cela englobe, pour une consultation en médecine générale, quasiment toutes les spécialités. Le sujet est trop large et le contexte pas assez précis pour en réaliser une revue systématique de la littérature exhaustive et de qualité centrée autour d'une question bien définie.
- Le traitement des pathologies chez le pilote est plutôt bien connu et référencé : cela servait de base à la rédaction de la thèse. Il fallait surtout adapter la prise en charge à la médecine générale et lui « vulgariser » les spécificités de la médecine aéronautique. Cela pourrait être, après lecture de cette thèse, une application nouvelle de la médecine générale.
- La discussion se prête volontiers lors de la prise en charge d'un patient s'exerçant au pilotage. En effet la réglementation n'a que rarement des frontières nettes. Ainsi certains pilotes, en fonction du contexte, pourront se voir attribuer une médication tout en continuant le pilotage, pour d'autres non. De plus certains médecins généralistes pourront déroger au secret médical, alors que d'autres estimeront que le même cas est une violation. Ainsi, la discussion est plus adaptée à une revue de type narrative. Les revues de littérature scientifique de type narratif contribuent à la mise à jour et à la critique des connaissances médicales.
- La méthode scientifique est pauvre mais une méthode standardisée a malgré tout été réalisée lors des différentes étapes de préparation et de rédaction de cette revue.
- Il n'y avait pas de thèse ou de support numérique francophone pouvant guider un médecin généraliste dans la prise en charge du pilote en consultation.
- Les revues de la littérature systématiques, pour une exhaustivité complète, nécessiterait un moteur de recherche sans faille. Ce qui n'est pas le cas de nos jours. De plus la recherche « manuelle » sur un sujet aussi transversal en comporterait inévitablement. Bien qu'une revue narrative non systématique de la littérature ne nécessite pas de critère de sélection des données et que les biais ne sont pas toujours énoncés, il a été décidé de décrire notre méthode de recherche afin que cette méthode ait un peu plus de rigueur intellectuelle et scientifique.

- En cernant ce sujet complexe, ce type de revue pourra servir de base pour les futures recherches dans ce domaine, sur un sujet plus précis et défini, basés sur la synthèse et l'interprétation des résultats d'une sélection non systématique de publications scientifiques.

Dans cette thèse il peut être relevé certains points faibles. La qualité du travail a pu se trouver affectée par certains biais :

- biais de sélection : erreurs dans le choix des articles, malgré l'utilisation d'une grille de lecture standardisée. Par exemple pour les articles pertinents pour notre sujet mais dont la langue de publication ne nous est pas accessible. Ou par exemple la présence de nombreux articles dont le niveau de preuve reste faible : opinions d'expert, études cas-témoins,...
- biais d'information : sur les données statistiques liées essentiellement au mode de recueil des informations.
- biais méthodologiques : questionnaire sans réelle analyse statistique des résultats, et certains articles retrouvés restent pour la plupart perfectibles sur le plan méthodologique.

La méthodologie de ce type de revue ne permet pas de ressortir de nouveaux résultats scientifiques. L'intégralité de cette thèse reprend des connaissances scientifiques déjà connues, avec des niveaux de preuves qui ne sont pas toujours les plus élevés. De plus cette thèse, par son volume, n'incite pas le médecin généraliste à la lire dans son intégralité.

Il n'a pas été formulé de conclusion à la fin des guides, dans un souci d'objectivité, pour ne pas influencer le lecteur sur le bienfondé de l'intervention médicale.

### **Analyse des résultats**

Pour chaque article les résultats clés, l'interprétation des résultats et les points de force et de faiblesse ont été, dans la mesure du possible relevés.

L'analyse des données des questionnaires ont montré que la plupart des médecins généralistes ne connaissaient pas la médecine aéronautique, qu'ils ne demandaient pas toujours l'activité professionnelle et extra-professionnelle de leur patient, qu'ils estiment ne pas être au point sur les questions relatives au secret médical et qu'une fiche d'informations sur la prise en charge d'un pilote en aéronautique les intéresserait fortement.

Cependant, les problèmes rencontrés dans ce type de questionnaire sont les suivants :

- il est anonyme

- il n'est qu'un échantillon biaisé de la population de médecine générale : ceux ayant reçu le questionnaire et étant les plus intéressés par ce genre de sujet.
- l'impact scientifique de ces études est inexistant en raison de la méthode scientifique

Le but était d'avoir une idée des connaissances et du bon sens des médecins généralistes dans une telle prise en charge, surtout lorsqu'ils ne connaissaient pas le milieu de l'aéronautique. L'objectif était donc de les sensibiliser à ce domaine et confirmer la nécessité de réaliser un guide pratique pour tout médecin généraliste en insistant sur les difficultés mentionnées sur le questionnaire.

Le guide a pu être réalisé en suivant les fils conducteurs que sont les réglementations internationales mais surtout européennes sur les aptitudes des pilotes dans le milieu aéronautique. Le guide a été simplifié dans une optique de compréhension du médecin généraliste vierge de toute connaissance du milieu aéronautique. Une adaptation sur la prise en charge de certaines pathologies a été réalisée pour coller au mieux aux recommandations françaises.

Néanmoins, les recommandations sont fondées sur l'avis d'experts. La décision de prescrire des traitements ou des examens complémentaires reste à l'appréciation du clinicien.

Il n'a pas pu être répertorié les données statistiques sur les erreurs de prescription des médecins généralistes aboutissant à une inaptitude temporaire lors de la visite du pilote chez son médecin aéronautique.

Quelques études notamment anglaises ont relevé le nombre d'incapacitation chez les pilotes professionnels. Or les données sur les pilotes privés semblent difficiles à obtenir pour plusieurs raisons :

- les incapacités subtiles n'entraînant ni accident, ni incident de l'appareil ne donnent pas lieu obligatoirement à une déclaration ou recueil de l'événement
- si l'incapacité a entraîné une inaptitude du pilote à contrôler l'avion monopilote alors un crash peut s'avérer inévitable. L'absence de boîte noire dans ces appareils rendent les investigations très difficiles voire impossibles à conclure.

Il pourrait être intéressant d'obtenir un système de déclaration des incidents en aéroclub afin d'améliorer la sécurité.

Une optimisation du recensement permettrait à l'avenir d'améliorer la prévention des incidents et la prise en charge des différentes pathologies du pilote.

Pour ce qui est des pilotes professionnels, la survenue d'incapacitation, due à la médication ou à toute autre pathologie non diagnostiquée entraînera des déroutements, justifiés ou non, et auront donc un impact économique et écologique non négligeable.

Un des remparts à ces déroutements reste la gestion des urgences par une aide médicale au sol pour les pilotes professionnels.

Les médecins aéronautiques, en voyant le pilote professionnel 20 minutes par an n'aura probablement pas le temps de lui parler de médecine préventive, de sommeil, d'hygiène de vie, d'effectuer l'examen clinique,... C'est pourquoi le médecin généraliste sera amené à parler de médecine du voyage ou préventive.

La prévention des accidents thrombo-emboliques passe essentiellement par l'application de quelques mesures de précaution simples, facilement applicables par les voyageurs, mais plus compliquées pour un pilote. Un rappel sur les dernières recommandations a été réalisé dans cette thèse. Elle pourra aussi bien servir au voyageur qu'à la population pilote.

L'Académie Nationale de Médecine avait déjà préconisé en 2010 au médecin généraliste que soient renforcées leurs connaissances sur la médecine du voyage par le biais de la capacité aéronautique et aérospatiale, voire en se rapprochant des médecins des compagnies aériennes.

Les craintes d'une violation du secret médical par le médecin généraliste reste un frein à l'amélioration de son réseau de soin en aéronautique. En cas de risque imminent pour le pilote, ses passagers et le grand public l'interlocuteur privilégié pourrait être en premier lieu le médecin aéronautique avec l'accord du patient. En cas de désaccord une discussion gardant l'anonymat avec ce même acteur sera volontiers réalisée. Enfin si la présence du danger imminent reste de mise, et après avoir épuisé toutes les solutions (refus du patient de s'auto-déclarer en cas de problème lié à sa santé) une hospitalisation sous contrainte voire un signalement au Procureur pourrait être effectué sur la décision de chaque praticien, mettant en jeu leur responsabilité civile et juridique.

## **CONCLUSION**

La revue de littérature de type narratif non systématique a ses limites. Cependant elle permet de rassembler les études publiées au moyen de moteurs de recherche de données bibliographiques dans les domaines de la médecine, de l'aéronautique et de la santé publique.

L'aéronautique est un domaine grandissant qui n'est pas connu de tous, les médecins généralistes en font partie. En ce sens, cette revue est une première étape pour mieux cerner un nouveau thème de recherche. Par ailleurs, elle peut constituer un document autonome pour aider le médecin généraliste dans ses consultations de tous les jours.

Au travers de cette thèse, les recommandations actuelles ont été exposées afin d'aider le médecin généraliste dans sa consultation avec ce type de population. Les pilotes et a fortiori les voyageurs sont de plus en plus nombreux avec la démocratisation du transport aérien. Le vieillissement des pilotes, notamment privés, entraîne naturellement une augmentation du nombre d'incidents médicaux en vol. Ces éléments lui permettront également d'avoir des outils pour la prise en charge et le conseil des voyageurs aériens.

Le médecin généraliste est facilement accessible pour tout pilote et reste un interlocuteur privilégié, pouvant influencer la prévention des incidents liés à l'environnement aéronautique. L'entretien motivationnel en sera l'une des clés à leur changement de comportement.

Le secret médical est un des principes fondamentaux qui régissent l'exercice de la profession. En instaurant un climat de confiance, il permet la construction d'une relation équilibrée entre le patient et le thérapeute, prémices à toute pratique médicale.

Depuis son inscription au sein de la loi en 1810, le secret, initialement général et absolu, a été considérablement remanié par de multiples dérogations légales.

Le médecin généraliste, lui, évolue dans un environnement de plus en plus complexe, tant sur le plan technique que règlementaire.

Cette thèse avait pour but de poser des éléments de réponse pratique, afin de toujours proposer une solution au patient, et ne jamais rester seul dans son dilemme.

Les axes de recherche qu'il est possible d'identifier sont les suivants :

- l'évaluation des pratiques des médecins afin d'adapter les formations pour optimiser la prévention et l'information des futurs pilotes
- l'élaboration d'un arbre décisionnel, aidant les médecins à mieux communiquer au sein de son réseau de soin et ne pas entraver la violation du secret médical
- l'élaboration d'un manuel plus standardisé, pouvant aider le médecin généraliste pour toutes les activités aéronautiques de plus en plus nombreuses : ULM, parachute, parapente,...

- l'élaboration d'un recueil de données des incidents ou incapacités des pilotes privés survenant en vol.

Le médecin généraliste pourra ainsi prolonger l'aptitude médicale aéronautique des plus âgés, protéger la vie des citoyens, et continuer à faire de l'aérien un rêve d'enfant.

« Toutes les grandes personnes ont d'abord été des enfants, mais peu d'entre elles s'en souviennent »

Antoine de St Exupéry

## Références bibliographiques

- [1] IATA. Forecast Predicts 8.2 billion Air Travelers in 2037. [ En ligne] ( page consultée le 20/08/2019). <https://www.iata.org/en/pressroom/pr/2018-10-24-02/>
- [2] IATA. Annual review 2018. [ En ligne] ( page consultée le 20/08/2019). <https://www.iata.org/contentassets/c81222d96c9a4e0bb4ff6ced0126f0bb/iata-annual-review-2018.pdf>
- [3] Direction générale de l'aviation civile. Construire le ciel de demain. [ En ligne] ( page consultée le 02/02/2021). [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plaquette\\_DGAC\\_construire\\_ciel\\_demain.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plaquette_DGAC_construire_ciel_demain.pdf)
- [4] Direction générale de l'aviation civile. Médecins examinateurs agréés par la DGAC pour délivrer des certificats d'aptitude de Classe 2 (en date du 06/01/2021). [ En ligne] ( page consultée le 18/02/2021). [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/liste\\_medecins\\_examinateurs\\_agrees\\_dgac\\_classe\\_deux.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/liste_medecins_examinateurs_agrees_dgac_classe_deux.pdf)
- [5] Société française de médecine générale. Le patient et son généraliste médecin traitant. [ En ligne] ( page consultée le 02/02/2021) [http://www.sfm.org/data/generateur/generateur\\_fiche/609/fichier\\_lepatient\\_medtrait\\_vf0af76.pdf](http://www.sfm.org/data/generateur/generateur_fiche/609/fichier_lepatient_medtrait_vf0af76.pdf)
- [6] HAS. Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique. [ En ligne] ( page consultée le 06/06/2019) [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat\\_des\\_lieux\\_niveau\\_preuve\\_gradation.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf)
- [7] ICAO. Manuel de la réglementation du transport aérien international. [ En ligne] ( page consultée le 06/08/2019) [https://www.icao.int/meetings/atconf6/documents/doc%209626\\_fr.pdf](https://www.icao.int/meetings/atconf6/documents/doc%209626_fr.pdf)
- [8] Fédération Française aéronautique. Votre licence de pilote privée. [ En ligne] ( page consultée le 05/06/2019) [https://www.ffa-aero.fr/FR/frm\\_guidedupilote\\_licencepiloteprive.awp](https://www.ffa-aero.fr/FR/frm_guidedupilote_licencepiloteprive.awp)
- [9] Ministère de la transition écologique et solidaire. Aviation légère. [ En ligne] ( page consultée le 28/06/2020) [https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/chiffres\\_federaux.pdf](https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/chiffres_federaux.pdf)
- [10] SNPL. Devenir pilote professionnel en France. [ En ligne] ( page consultée le 05/06/2019) <https://snpl.com/pilote-de-ligne/devenir-pilote-de-ligne/>
- [11] SNPL. Quel est notre métier ? [ En ligne] ( page consultée le 05/06/2019) <https://snpl.com/pilote-de-ligne/quel-est-notre-metier/>
- [12] Bureau d'enquêtes et d'analyses. Rapport d'activité 2018. [ En ligne] ( page consultée le 22/06/2020) <https://www.bea.aero/fileadmin/uploads/media/Rapport-annuel-2018.pdf>

- [13] Ministère de la transition écologique et solidaire. Rapport sur la sécurité aérienne 2017. [ En ligne] (page consultée le 28/06/2020) [https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/rapport\\_securite\\_aerienne\\_2017.pdf](https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/rapport_securite_aerienne_2017.pdf)
- [14] Fédération Française d'ULM. Faut-il un brevet pour piloter un ULM ? [ En ligne] (page consultée le 12/03/2021) . [https://ffplum.fr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=102&Itemid=95](https://ffplum.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=102&Itemid=95)
- [15] OACI. Doc 8984 AN/895 : Manuel de médecine aéronautique civil. [ En ligne] ( page consultée le 13/06/2019) [https://www.icao.int/publications/Documents/8984\\_cons\\_fr.pdf](https://www.icao.int/publications/Documents/8984_cons_fr.pdf)
- [16] Fédération Française d'ULM. Etablissement du Certificat Médical de Non Contre-Indication au pilotage d'ULM (CMNCI). [ En ligne] (page consultée le 20/08/2019). <https://ffplum.fr/pratiquer/medical>
- [17] Fédération française de parachutisme. Espace médical. [ En ligne] ( page consultée le 13/06/2019) <https://www.ffp.asso.fr/wp-content/uploads/2020/01/contre-indication-para-NEW.pdf>
- [18] Météo France. La structure de l'atmosphère. [ En ligne] (page consultée le 07/03/2021). <http://education.meteofrance.fr/dossiers-thematiques/le-fonctionnement-de-l-atmosphere/la-composition-de-l-atmosphere/la-structure-de-latmosphere>
- [19] Physiologie aéronautique. Comportement de l'organisme humain dans l'environnement aéronautique et spatial. Docteur Henri Marotte.
- [20] Henri Marotte. Altitude. Capacité de médecine aérospatiale. Paris Descartes.
- [21] Gisquet A, Guidez B. Voyage aérien long-courrier et santé du sujet âgé. NPG Neurologie, Psychiatrie, Gériatrie. Feb 2005;5(25);26-9
- [22] Lapostolle F, Corège D, Sordelet D, Grave M, Lapandry C, Vivien B, Wipf P, Adnet F. Y a t-il un médecin dans l'avion. La Presse Médicale. June 2010; 39(6);626-31
- [23] Egyptian ministry of civil aviation. Final report of the accident investigation : Flash Airlines 604. [ En ligne] (page consultée le 10/03/2021). [https://www.bea.aero/fileadmin/documents/docspa/2004/su-f040103a/pdf/su-f040103a\\_05.pdf](https://www.bea.aero/fileadmin/documents/docspa/2004/su-f040103a/pdf/su-f040103a_05.pdf)
- [24] Vieillefond H, Furn P, Auffret R. Characteristics in the atmosphere of long-range transport aircraft cabins. Aviat Space Environ Med. 1977 Jun;48(6):503-7. PMID: 869835.
- [25] Légifrance. Décret n° 2018-437 du 4 juin 2018 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants. Troubles du sommeil de l'enfant et de l'adulte. [ En ligne] (page consultée le 11/03/2021). [https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article\\_jo/JORFARTI000036985620?r=IM62cHp1FS](https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article_jo/JORFARTI000036985620?r=IM62cHp1FS)

- [26] Bret G, Audoual T, Gagna G et Ruston V. Exposition des personnels navigants de l'Armée de l'Air au rayonnement cosmique : bilan de la surveillance dosimétrique. Société Française de Médecine Aéronautique et Spatiale. 4e trim 2014;55(208):172-9.
- [27] Raslau D, Abu Dabrh AM, Summerfield DT, Wang Z, Steinkraus LW, Murad MH. Prostate Cancer in Pilots. *Aerosp Med Hum Perform*. 2016 Jun;87(6):565-570. PMID: 27208680.
- [28] Raslau D, Abu Dabrh AM, Summerfield DT, Steinkraus LW, Murad MW. The risk of prostate cancer in pilots: a meta-analysis. *Aerosp Med Hum Perform*. 2015 Feb;86(2):112-7. PMID: 25946735.
- [29] Olsen CM, Miura K, Dusingize JC, Hosegood I, Brown R, Drane M, Clem P, Marsden J, Tinker R, Karipidis K, Coroneo M, Green AC. Melanoma incidence in Australian commercial pilots, 2011-2016. *Occup Environ Med*. 2019 Jul;76(7):462-466. PMID: 31113813.
- [30] Sanlorenzo M, Wehner MR, Linos E, Kornak J, Kainz W, Posch C, Vujic I, Johnston K, Ghod, Monico G, McGrath JT, Osella-Abate S, Quagliano P, Cleaver JE, Ortiz-Urda S. The risk of melanoma in airline pilots and cabin crew: a meta-analysis. *JAMA Dermatol*. 2015 Jan;151(1):51-8. PMID: 25188246
- [31] Collège des Enseignants en Neurologie. Troubles du sommeil de l'enfant et de l'adulte. [ En ligne] (page consultée le 14/03/2021). <https://www.cen-neurologie.fr/deuxieme-cycle/troubles-du-sommeil-lenfant-ladulte>
- [32] Perrier E, Manen O. Chronopathologie des voyages aériens. *La Revue de Médecine Interne*. Dec 2011;32(2);233-5.
- [33] OACI. Au sujet de l'OACI. [ En ligne] ( page consultée le 23/08/2020) [https://www.icao.int/about-icao/Pages/FR/default\\_FR.aspx](https://www.icao.int/about-icao/Pages/FR/default_FR.aspx)
- [34] IATA. Monthly Traffic Statistics. [ En ligne] (page consultée le 14/03/2021). <https://www.iata.org/en/publications/store/monthly-traffic-statistics/>
- [35] European Union Aviation Safety Agency. The Agency. [ En ligne] ( page consultée le 17/08/2019). <https://www.easa.europa.eu/the-agency/the-agency>
- [36] Ministère de la transition écologique et solidaire. Direction générale de l'aviation civile. [ En ligne] ( page consultée le 17/08/2019). <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/direction-generale-laviation-civile-dgac>
- [37] DGAC. Construire le ciel de demain. [ En ligne] (page consultée le 14/03/2021). [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plaqueette\\_DGAC\\_construire\\_ciel\\_demain.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plaqueette_DGAC_construire_ciel_demain.pdf)

- [38] Ministère de la transition écologique. Aptitude aéromédicale des personnels navigants. [ En ligne] ( page consultée le 05/06/2019) <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/aptitude-aeromedicale-des-personnels-navigants>
- [39] Auffret R. L'expertise médicale du personnel navigant : Historique, difficultés, évolution des normes. Revue de Médecine aéronautique et spatiale. 2001;156 : 6-12.
- [40] OACI. Qu'est-ce que la médecine aéronautique ? [ En ligne] ( page consultée le 23/08/2020) [https://www.icao.int/safety/aviation-medicine/Pages/FR/desc\\_FR.aspx](https://www.icao.int/safety/aviation-medicine/Pages/FR/desc_FR.aspx)
- [41] Journal Officiel de l'Union Européenne. Règlement d'exécution (UE) 2019/27 de la commission du 19 décembre 2018. [ En ligne] ( page consultée le 23/07/2020). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?from=EN&uri=CELEX%3A32019R0027>
- [42] Université de Paris. Choisir sa formation. [ En ligne] ( page consultée le 23/08/2020) <https://odf.parisdescartes.fr/fr/formations/feuilleter-le-catalogue/sciences-technologies-sante-STS/capacite-medecine-KG/capacite-de-medecine-aerospatiale-JX3B4411.html>
- [43] European Union Aviation Safety Agency. Acceptable Means of Compliance (AMC) and Guidance Material (GM) to Part-MED. Medical requirements for air crew. 28 January 2019. [ En ligne] ( page consultée le 17/08/2019). <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Annex%20I%20to%20ED%20Decision%202019-002-R.pdf>
- [44] Perrier E, Deroche J, Froussard F, Clément PH, Guiu G, Huiban N, Bertran PE. Evolution de l'expertise médicale aéronautique militaire. Médecine et Armées. Dec 2016;44(5), 405-14
- [45] Bureau d'enquêtes et d'analyses. Rapport final : accident survenu le 24 mars 2015. [ En ligne] ( page consultée le 06/06/2020) [https://www.bea.aero/uploads/tx\\_elydbrapports/BEA2015-0125-LR.pdf](https://www.bea.aero/uploads/tx_elydbrapports/BEA2015-0125-LR.pdf)
- [46] Anthony D Evans, Dougal B Watson, Sally A Evans, John Hastings, Jarnail Singh, Claude Thibeault. Aviation, Space, and Environmental Medicine. Jun 2009;80 : 511 – 15.
- [47] Instruction ministérielle N° 2400/DEF/DCSSA/AST/AS du 16 mai 2000 relative à l'organisation et au fonctionnement des centres d'expertise médicale du personnel navigant. Bulletin officiel des Armées, BOC, 2000:2449.
- [48] Ministère de la transition écologique. Formulaire pour demande de certificat médical. [ En ligne] ( page consultée le 05/06/2019) [https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Formulaire\\_pour\\_demande\\_de\\_certificat\\_medical\\_aptitude.pdf](https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Formulaire_pour_demande_de_certificat_medical_aptitude.pdf)
- [49] Règlement (UE) n° 1178/2011 de la Commission du 3 novembre 2011 déterminant les exigences techniques et les procédures administratives applicables au personnel navigant de l'aviation civile. Journal officiel de l'Union Européenne.

- [50] Fédération Française aéronautique. Commission médicale. [ En ligne] ( page consultée le 05/06/2019) [https://www.ffa-aero.fr/FR/frm\\_med\\_visite.awp](https://www.ffa-aero.fr/FR/frm_med_visite.awp)
- [51] Bennett G. Medical-cause accidents in commercial aircrew. Eur Heart J 1992; 13(Suppl H):13–5.
- [52] Chaplin JC. In perspective – the safety of aircraft, pilots and their hearts. Eur Heart J 1988; 9(Suppl G):17–20.
- [53] Tunstall-Pedoe H. Acceptable cardiovascular risk in aircrew. Eur Heart J. 1988; 9(Suppl G):9–11
- [54] Chapman PJC. The consequences of in-flight incapacitation in civil aviation. Aviat Space Environ Med 1984; 55:497–500.
- [55] Evans S, Radcliffe S-A. The annual incapacitation rate of commercial pilots. Aviation, Space, and Environmental Medicine. 2012; 83:42–9.
- [56] BEA. Rapport : Accident survenu le 15 mai 2003 sur l'aérodrome de Bâle-Mulhouse (68). [ En ligne] (page consultée le 15/03/2021). [https://www.bea.aero/fileadmin/documents/docspa/2003/h-lr030515/pdf/h-lr030515\\_05.pdf](https://www.bea.aero/fileadmin/documents/docspa/2003/h-lr030515/pdf/h-lr030515_05.pdf)
- [57] BEA. Rapport d'enquête : Accident du Planeur Rolladen Schneider LS4 immatriculé F-CADT. [ En ligne] (page consultée le 19/03/2021). [https://www.bea.aero/uploads/tx\\_elydbrapports/BEA2018-0549.pdf](https://www.bea.aero/uploads/tx_elydbrapports/BEA2018-0549.pdf)
- [58] Newman D. Pilot incapacitation : analysis of medical conditions affecting pilots involved in accidents and incidents. ATSB Transport Safety. Jan 2007; Report B2006/0170.
- [59] N. Huiban, E. Czerniak, P. Mailleuchet, F-X. Brocq et M. Monteil. Mise au point : causes médicales en accidentologie aérienne et incapacités médicales en vol. Société Française de Médecine Aéronautique et Spatiale. 1er trim 2014;55(205):22-9.
- [60] EASA. Règlement (CE) n° 216/2008 du Parlement européen et du Conseil du 20 février 2008 concernant des règles communes dans le domaine de l'aviation civile. [ En ligne] (page consultée le 19/03/2021) [https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/EASA\\_2010\\_00220001\\_FR\\_TRA.pdf](https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/EASA_2010_00220001_FR_TRA.pdf)
- [61] HAS. Prise en charge de l'hypertension artérielle de l'adulte. [ En ligne] ( page consultée le 23/10/2019) [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_2059286/fr/prise-en-charge-de-l-hypertension-arterielle-de-l-adulte](https://www.has-sante.fr/jcms/c_2059286/fr/prise-en-charge-de-l-hypertension-arterielle-de-l-adulte)

[62] Perrier E, Carlioz R, Deroche J, Quiniou G, Burlaton JP. Physiologie cardiovasculaire aéronautique. Encyclopédie médico-chirurgicale, cardiologie. 2003;11(54-A-20):4.

[63] BEA. Rapport d'enquête : Événement survenu à bord du Stearman PT-17 immatriculé F-HIZI. [ En ligne] (page consultée le 19/03/2021). [https://www.bea.aero/fileadmin/uploads/tx\\_elydbrapports/BEA2018-0202.pdf](https://www.bea.aero/fileadmin/uploads/tx_elydbrapports/BEA2018-0202.pdf)

[64] Bisconte S, Hornez A, Monin J, Dubourdiou D, Zirphile X, Nguyen S, Manen O, Perrier E. Practical issues of anticoagulant acceptance in aviation medicine. 87th Asthma annual scientific meeting, Atlantic City, April 24 - 28, 2016.

[65] Ruff CT, Giugliano RP, Braunwald E, Hoffman EB, Deenadayalu N, Ezekowitz MD, et al. Comparison of the efficacy and safety of new oral anticoagulants with warfarin in patients with atrial fibrillation: a meta-analysis of randomised trials. *The Lancet*. 2014 Mar;383(9921):955-62.

[66] DGAC. Bulletin statistique : Traffic aérien commercial 2019. [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/bulletin\\_stat\\_trafic\\_aerien\\_2019.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/bulletin_stat_trafic_aerien_2019.pdf)

[67] Homans J. Thrombosis of the deep leg veins due to prolonged sitting. *N Engl J Med* 1954;250:148-9.

[68] Virchow R. *Gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftlichen*. Frankfurt : Meidinger; 1856. p. 227.

[69] Chee YL, Watson HG. Air travel and thrombosis. *Br J Haematol* 2005;130:671- 80.

[70] Morio H, Fujimori Y, Terasawa K, Shiga T, Murayama T, Yoshimura M, et al. Pulmonary thromboembolism associated with air travel in Japan. *Circ J* 2005;69:1297- 301.

[71] Landgraf H, Vanselow B, Schulte-Huermann D, Mulmann MV, Bergau L. Economy class syndrome: rheology, fluid balance, and lower leg edema during a simulated 12-hour long distance flight. *Aviat Space Environ Med* 1994;65:930- 5.

[72] Moyses C, Cederholm-Williams SA, Michel CC. Haemoconcentration and accumulation of white cells in the feet during venous stasis. *Int J Microcirc Clin Exp* 1987;5: 311-20.

[73] Beasley R, Raymond N, Hill S, Nowitz M, Hughes R. Thrombosis: the 21st century variant of venous thromboembolism associated with immobility. *Eur Respir J* 2003;21: 374-6.

[74] Dalen JE. Economy class syndrome: too much flying or too much sitting? *Arch Intern Med* 2003;163:2674-6.

[75] Clérel M, Caillard G. Syndrome thromboembolique de la station assise prolongée et vols de longue durée : l'expérience du service médical d'urgence d'Aéroports de Paris. Bull Acad Natl Med 1999;183:985-97.

[76] Ferrari E, Chevallier T, Chapelier A, Baudouy M. Travel as a risk factor for venous thromboembolic disease: a case-control study. Chest 1999;115:440-4.

[77] Lapostolle F, Surget V, Borron SW, Desmaizières M, Sordelet D, Lapandry C, et al. Severe pulmonary embolism associated with air travel. N Engl J Med 2001;345:779-83.

[78] Lapostolle F, Le Toumelin P, Chassery C, Galinski M, Ameur L, Jabre P, et al. Gender as a risk factor for pulmonary embolism after air travel. Thromb Haemost 2009;102:1165-8.

[79] Pérez-Rodríguez E, Jiménez D, Diaz G, Pérez-Walton I, Luque M, Guillén C, et al. Incidence of air travel-related pulmonary embolism at the Madrid-Barajas airport. Arch Intern Med 2003;163:2766-70.

[80] Schobersberger W, Toff WD, Eklöf B, Fraedrich G, Gunga HC, Haas S, et al. Traveller's thrombosis: international consensus statement. Vasa 2008;37:311-7.

[81] Cesarone MR, Belcaro G, Nicolaidis AN, Incandela L, De S, Geroulakos G, et al. Venous thrombosis from air travel: the LONFLIT3 study. Prevention with aspirin vs low-weight molecular heparin (LWMH) in high risk subjects: a randomized trial. Angiology 2002;53:1-6.

[82] Watson HG, Baglin TP. Guidelines on travel-related venous thrombosis. Br J Haematol 2011;152:31-4.

[83] HAS. Pertes de connaissance brèves de l'adulte : prise en charge diagnostique et thérapeutique des syncopes. [ En ligne] ( page consultée le 13/11/2019). [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2008-07/syncopes - synthese des recommandations.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2008-07/syncopes_-_synthese_des_recommandations.pdf)

[84] European Heart Journal. ESC Guidelines for the diagnosis and management of syncope. Jun 2018; 39(21); 1883–1948.

[85] Légifrance. Arrêté du 21 décembre 2005 fixant la liste des affections médicales incompatibles avec l'obtention ou le maintien du permis de conduire ou pouvant donner lieu à la délivrance de permis de conduire de durée de validité limitée. [ En ligne] ( page consultée le 7/12/2019) <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000265763>

[86] Collège national des enseignants en pneumologie : 2021. Bronchopneumopathie chronique obstructive. [ En ligne] ( page consultée le 7/02/2021). [http://cep.splf.fr/wp-content/uploads/2020/12/item\\_209\\_BPCO\\_2021\\_ex\\_item\\_2051-1.pdf](http://cep.splf.fr/wp-content/uploads/2020/12/item_209_BPCO_2021_ex_item_2051-1.pdf)

- [87] Lam JR, Schneider JL, Quesenberry CP, Corley DA. Proton Pump Inhibitor and Histamine-2 Receptor Antagonist Use and Iron Deficiency. *Gastroenterology*. 2017 Mar;152(4):821-9 PMID: 27890768.
- [88] Miller JW. Proton Pump Inhibitors, H2-Receptor Antagonists, Metformin, and Vitamin B-12 Deficiency: Clinical Implications. *Adv Nutr*. 2018 Jul 1;9(4):511S-518S. PMID: 30032223
- [89] Chrysant SG. Proton pump inhibitor-induced hypomagnesemia complicated with serious cardiac arrhythmias. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. 2019 May;17(5):345-351. PMID: 31092056
- [90] Eusebi LH, Rabitti S, Artesiani ML, Gelli D, Montagnani M, Zagari RM, Bazzoli F. Proton pump inhibitors: Risks of long-term use. *J Gastroenterol Hepatol*. 2017 Jul;32(7):1295-1302. PMID: 28092694
- [91] ANSM. Résumé des caractéristiques du produit. [ En ligne] ( page consultée le 16/02/2020) <http://agence-prd.ansm.sante.fr/php/ecodex/rcp/R0186496.htm>
- [92] ANSM. Résumé des caractéristiques du produit. [ En ligne] ( page consultée le 17/02/2020) <http://agence-prd.ansm.sante.fr/php/ecodex/rcp/R0283180.htm>
- [93] ANSM. Résumé des caractéristiques du produit. [ En ligne] ( page consultée le 17/02/2020) <http://agence-prd.ansm.sante.fr/php/ecodex/rcp/R0214854.htm>
- [94] ANSM. Résumé des caractéristiques du produit. [ En ligne] ( page consultée le 18/02/2020) <http://agence-prd.ansm.sante.fr/php/ecodex/rcp/R0239881.htm>
- [95] Davis S, Alonso MD. Hypoglycemia as a barrier to glycemic control. *Journal of Diabetes and its Complications*. Jan 2004;2(18); 60-8
- [96] Danne T, Nimri R, Battelino T, et al. International consensus on use of continuous glucose monitoring. *Diabetes Care*. 2017;40:1631-40.
- [97] Van Beers CAJ, de Wit M, Kleijer SJ, et al. Continuous glucose monitoring in patients with type 1 diabetes and impaired awareness of hypoglycemia : also effective in patients with psychological distress. *Diabetes Technol Ther*. 2017;19:595-9.
- [98] Reddy M, Jugnee N, El Laboudi A, et al. A randomized controlled pilot study of continuous glucose monitoring and flash glucose monitoring in people with Type 1 diabetes and impaired awareness of hypoglycaemia. *Diabet Med*. 2018;35:483- 90.
- [99] Biester T, Kordonouri O, Holder M, Remus K, Kieninger-Baum D, Wadien T, Danne T. "Let the Algorithm Do the Work": Reduction of Hypoglycemia Using Sensor-Augmented Pump Therapy with Predictive Insulin Suspension (SmartGuard) in Pediatric Type 1 Diabetes Patients. *Diabetes Technol Ther*. 2017 Mar;19(3):173-182. PMID: 28099035

- [100] Holmes CS, Hayford JT, Gonzalez JL, Weydert JA. A survey of cognitive functioning at difference glucose levels in diabetic persons. *Diabetes Care*. 1983 Mar-Apr;6(2):180-5 PMID: 6343023.
- [101] Kevan C Herold, Kenneth S Polonsky, Robert M Cohen, Jerre Levy and Frank Douglas. Variable Deterioration in Cortical Function During Insulin-induced Hypoglycemia. 1985 Jul; 34(7): 677-685.
- [102] Cognitive function during hypoglycaemia in type I diabetes mellitus. Pramming S, Thorsteinsson B, Theilgaard A, Pinner EM, Binder C. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1986 Mar 8;292(6521):647-50.
- [103] Cox DJ, Gonder-Frederick L, Clarke W. Driving decrements in type I diabetes during moderate hypoglycemia. *Diabetes*. 1993 Feb;42(2):239-43 PMID: 8425660
- [104] Diabetes and driving mishaps: frequency and correlations from a multinational survey. Cox DJ1, Penberthy JK, Zrebiec J, Weinger K, Aikens JE, Frier B, Stetson B, DeGroot M, Trief P, Schaechinger H, Hermanns N, Gonder-Frederick L, Clarke W. *Diabetes Care*. 2003 Aug;26(8): 2329-34.
- [105] Frequency and morbidity of severe hypoglycaemia in insulin-treated diabetic patients. *Diabet Med*. 1993 Apr;10(3):238-45. MacLeod KM1, Hepburn DA, Frier BM.
- [106] Gerich J.F., "Hypoglycaemia and counter regulation in type 2 diabetes," *The Lancet*, 9 December 2000 ; Vol.356, Issue 9246, pp. 1 946-47.
- [107] Manen O, Germa R, Paris JF, Hornez AP, Monin J, Bisconte S, Dubourdieu S, Martel V et Perrier E. Aptitude au pilotage et traitement par insuline : légitimité et éthique. *Société Française de Médecine Aéronautique et Spatiale*. 2e trim 2014;55(206):53-6.
- [108] Mills WD, DeJohn CA, Alaziz M. The U.S. Experience with Waivers for Insulin-Treated Pilots. *Aerospace Medicine and Human Performance*. 2017 Jan; 88(1):34-41.
- [109] Professeur Manen O. *Endocrinologie. Capacité de médecine aéronautique et aérospatiale de Paris 2020-2021*.
- [110] Bisconte S, Brescon C, Monin J, Guiu G, Nguyen S, Manen O, Perrier E. Actualités thérapeutiques dans le diabète de type 2 et aptitude aéronautique. *Société Française de Médecine Aéronautique et Spatiale*. 1er trim 2018;59(221):33-8.
- [111] Urofrance. Lithiase Urinaire. [ En ligne] ( page consultée le 03/04/2020) [https://www.urofrance.org/sites/default/files/chapitre\\_14\\_item\\_262\\_-\\_ue\\_8\\_-\\_lithiase\\_urinaire.pdf](https://www.urofrance.org/sites/default/files/chapitre_14_item_262_-_ue_8_-_lithiase_urinaire.pdf)

- [112] Luton D. Gestion médicale des passagers particuliers : grossesse et voyage aérien. Société Française de Médecine Aéronautique et Spatiale. 3e trim 2012;53(199):112-5.
- [113] Magnann EF, Chauhan SP, Dahlke JD, Mckelvey SS, Watson EM, Morisson JC. Air travel and pregnancy outcomes: a review of pregnancy regulations and outcome for passengers, flight attendants, and aviators. Obstetrical and Gynecological Survey 2010; 65: 396-402.
- [114] Santé Publique France. Bulletin épidémiologique hebdomadaire. [ En ligne] ( page consultée le 14/08/2019). <https://afpa.org/content/uploads/2019/05/HCSP-Recommandations-sanitaires-voyageurs-2019.pdf>
- [115] Mirza S, Richardson H. Otic barotrauma from air travel. J laryngol otol 2005; 119: 366-70.
- [116] Dupouy A, Huiban N, Nguyen S, Lepoyvre A, Brocq FX, et Monteuil M. Etat des connaissances sur les barotraumatismes en vol chez les personnels navigants. Société Française de Médecine Aéronautique et Spatiale. 2e trim 2016;57(214):57-65.
- [117] Owen J. Oneill, Kaighley Brett, Anthony, J. Frank. Middle Ear Barotrauma. [ En ligne] ( page consultée le 14/09/2020) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499851/>
- [118] Estere D. Physiologie et physiopathologie de la fonction d'ouverture de la trompe auditive. J Fr ORL. 2001;50 : 223-32.
- [119] Poncet JL, Kossowski M. Pathologie pressionnelle en ORL. Rapport de la SFORL 2007.
- [120] Hamilton FM, Bhattchya A. Barotrauma. Inj 2004;35 : 359-70.
- [121] Goodchill V. Inner ear barotraumas. Arch Oral Laryngol. 1972; 13; 70-2.
- [122] Danthon M. PN et autotraitement médical. Bulletin de la sécurité des vols 1983;150:46-53
- [123] Hideyuki Kawauchi, Kazuhiko Yanai, De-Yun Wang, Koju Itahashi, Kimihiro Okubo. Antihistamines for Allergic Rhinitis Treatment from the Viewpoint of Nonsedative Properties. Int J Mol Sci. 2019 Jan 8;20(1):213. PMID: 30626077
- [124] Vidal. Bien utiliser les anti-inflammatoires non- stéroïdiens. [ En ligne] (page consultée le 19/03/2021). <https://www.vidal.fr/medicaments/utilisation/bon-usage/paracetamol-aspirine-ains/anti-inflammatoires-non-steroidiens-ains.html>
- [125] La Revue Prescrire. Traitement préventif du paludisme pour le voyageur. Juil 2002; 22(230): 530-5
- [126] La Revue Prescrire. La qualité de l'eau du boisson du voyageur. Mai 2000; 20(206):363-9

[127] Ministère des solidarités et de la santé. Base de données publique des médicaments : Racécadotril. [ En ligne] (page consultée le 19/03/2021). <https://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/affichageDoc.php?specid=65348773&typedoc=N>

[128] Ministère des solidarités et de la santé. Base de données publique des médicaments : Loperamide. [ En ligne] (page consultée le 19/03/2021). <https://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/affichageDoc.php?specid=63178870&typedoc=N>

[129] Organisation mondiale de la santé. Qualité de l'air ambiant et santé. [ En ligne] (page consultée le 23/03/2021). [https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

[130] Steger V, Sostheim U, Leistner M, Walles T. Recurrence of Spontaneous Pneumothorax Is Not Associated with Allegedly Risk-Prone Lifestyle Conduct. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*. 2018 Feb 20;24(1):25-31.

[131] Anderson W, Murray P, Hertweck K. Dive Medicine : Current Perspectives and Future Directions. *Curr Sports Med Rep*. 2019 Apr;18(4):129-135.

[132] Przibille O, Weise FK, Nowak B. [Travelling with a pacemaker or implanted defibrillator]. *Herzschrittmacherther Elektrophysiol*. 2019 Jun;30(2):144-149.

[133] Vann RD, Gerth WA, Denoble PJ, Pieper CF, Thalmann ED. Experimental trials to assess the risks of decompression sickness in flying after diving. *Undersea Hyperb Med*. 2004 Winter;31(4):431-44.

[134] HAS. Dépistage et prévention. [ En ligne] ( page consultée le 23/08/2020) [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_410171/fr/depistage-et-prevention](https://www.has-sante.fr/jcms/c_410171/fr/depistage-et-prevention)

[135] ANAES. Méthodes d'évaluation du risque cardio-vasculaire global. [ En ligne] ( page consultée le 20/10/2019) [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/Risque\\_cardio\\_vasculaire\\_rap.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/Risque_cardio_vasculaire_rap.pdf)

[136] HAS. Évaluation du niveau de risque cardio-vasculaire du patient. [ En ligne] ( page consultée le 30/09/2019) [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-10/guide\\_aps\\_chapitre\\_2\\_evaluation\\_du\\_niveau\\_de\\_risque\\_cardiovasculaire.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-10/guide_aps_chapitre_2_evaluation_du_niveau_de_risque_cardiovasculaire.pdf)

[137] European Society of Cardiology. SCORE - European Risk Chart [ En ligne] ( page consultée le 23/10/2019) [https://www.escardio.org/static\\_file/Escardio/Subspecialty/EACPR/Documents/score-charts.pdf](https://www.escardio.org/static_file/Escardio/Subspecialty/EACPR/Documents/score-charts.pdf)

[138] Faivre D'Arcier M, Ciboulet PH, Jean N, Huiban N et Monteil M. Comparaison des profils de santé entre aviation professionnelle et de loisir. *Société Française de Médecine Aéronautique et Spatiale*. 2e trim 2018;59(224):162-6.

[139] Evaluation de la fatigue et du stress en aéronautique. Fratus L, Brocq FX, Lepoyvre A, Bertran PE, Gomis JP, Doireau PH, Paris JF, Martin Saint Laurent A, Monteil M, Limpas Y, Welsch G et Gommeaux H. Société Française de Médecine Aéronautique et Spatiale. 3e trim 2011;52(195): 89-100.

[140] Professeur Solignac G. Introduction à une réflexion sur le suivi psychologique des pilotes de ligne. Société Française de Médecine Aéronautique et Spatiale. 4e trim 2015;56(212):129-30.

[141] ANSM. Résumé des caractéristiques du produit. [ En ligne] ( page consultée le 21/09/2020) [https://ansm.sante.fr/var/ansm\\_site/storage/original/application/3e06749ae5a50cb7ae80fb655dee103a.pdf](https://ansm.sante.fr/var/ansm_site/storage/original/application/3e06749ae5a50cb7ae80fb655dee103a.pdf)

[142] Kalfon F. Les antalgiques en aéronautique : automédication, effets secondaires des médicaments. Société Française de Médecine Aéronautique et Spatiale. 1er trim 2016;57(213):5-10.

[143] Vidal. Quels sont les médicaments les plus dangereux pour la conduite automobile ? [ En ligne] (page consultée le 15/03/2021). <https://www.vidal.fr/medicaments/utilisation/prendre-traitement/medicaments-conduite-voiture/risques.html>

[144] Vidal. Les indications des emballages de médicaments à propos de la conduite automobile. [ En ligne] (page consultée le 15/03/2021). <https://www.vidal.fr/medicaments/utilisation/prendre-traitement/medicaments-conduite-voiture/indications-emballages.html>

[145] Vidal. Conduite automobile : actualisation de la liste des médicaments à risque de somnolence. [ En ligne] (page consultée le 15/03/2021). <https://www.vidal.fr/actualites/21096-conduite-automobile-actualisation-de-la-liste-des-medicaments-a-risque-de-somnolence.html>

[146] Orriols L, Delorme B, Gadegbeku B, Tricotel A, Contrand B, Laumon B et al. Prescription medicines and the risk of road traffic crashes: a French registry-based study. PLoS Medicine 2010;7,11.

[147] OACI. Manual on prevention of problematic use of substances in the aviation workplace (Doc 9654-AN/945), 1st édition, 1995. [ En ligne] ( page consultée le 16/07/2020) [http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/saglik\\_birimi/9654.pdf](http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/saglik_birimi/9654.pdf)

[148] Chaturvedi AK, Craft KJ, Hickerson JS, Rogers PB, Canfield DV. Ethanol and Drugs Found in Civil Aviation Accident Pilot Fatalities, 1989-2013. Aerosp Med Hum Perform. 2016 May;87(5): 470-6. PMID: 27099086.

[149] Canfield DV, Salazar GJ, Lewis RJ, Whinnery JE. Pilot medical history and medications found in post mortem specimens from aviation accidents. Aviat Space Environ Med. 2006 Nov; 77(11):1171-3. PMID: 17086773.

- [150] Jones DR, Ireland RR. Aeromedical regulation of aviators using selective serotonin reuptake inhibitors for depressive disorders. *Aviat Space Environ Med.* 2004 May;75(5):461-70. PMID: 15152900.
- [151] DSAC. Gestion des risques psychologiques et addictions. [ En ligne] (page consultée le 14/04/2021) . [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Guide%20gestion%20risques%20psychologiques%20addictions%20Ed1%20V2\\_05022021.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Guide%20gestion%20risques%20psychologiques%20addictions%20Ed1%20V2_05022021.pdf)
- [152] Dubourdiou D, Manen O, Bisconte S, Souissi A, Oliviez JF, Vacher A, Brocq FX, Leduc PA, Deroche J, Genero M et Perrier E. Conduite à tenir devant une plainte de fatigue chez un personnel navigant : approche diagnostique. *Société Française de Médecine Aéronautique et Spatiale.* 3e trim 2010;51(191):21-6.
- [153] National Transportation Safety Board. Loss of Control on Approach Colgan Air, Inc. [ En ligne] (page consultée le 14/04/2021) [https://reports.aviation-safety.net/2009/20090212-0\\_DH8D\\_N200WQ.pdf](https://reports.aviation-safety.net/2009/20090212-0_DH8D_N200WQ.pdf)
- [154] Federal aviation administration. Sleep Apnea in Aviation. [ En ligne] (page consultée le 21/04/2021) [https://www.faa.gov/news/fact\\_sheets/news\\_story.cfm?newsId=18156](https://www.faa.gov/news/fact_sheets/news_story.cfm?newsId=18156)
- [155] Government of India ministry of civil aviation. Report on accident to Air India express Boeing 737-800 aircraft VT-AXV on 22nd may 2010 at Mangalore.
- [156] Australian Transport Safety Bureau. Pilot incapacitation involving Piper PA-31, VH-TWU, near King Island, Tasmania, on 8 November 2018. [ En ligne] (page consultée le 01/03/2021) [https://www.atsb.gov.au/publications/investigation\\_reports/2018/aair/ao-2018-075/](https://www.atsb.gov.au/publications/investigation_reports/2018/aair/ao-2018-075/)
- [157] National Transport Safety Board. Reduce Fatigue-Related Accidents. [ En ligne] (page consultée le 01/03/2021) <https://www.nts.gov/safety/mwl/Pages/mwlfs-19-20/mwl2.aspx>
- [158] Caubet S, Monteil M, Lepoyvre A, Gonzalez JP, Doireau PH, Gommeaux H, Gomis JP, Welsch G, Martin Saint Laurent A, Gentile S, Souville M et Bertran PE. Evaluation de la fatigue et du stress en aéronautique. *Société Française de Médecine Aéronautique et Spatiale.* 1er trim 2011;52(193):5-16.
- [159] Chan Chee C, Bayon V, Bloch C, Beck F, Gjordanella JP, Leger D. Épidémiologie de l'insomnie en France : état des lieux. *Dec* 2019;59(6); 409-422
- [160] HAS. Quelle place pour les benzodiazépines dans l'insomnie ? [ En ligne] ( page consultée le 17/08/2020) [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2015-03/bzd\\_insomnie\\_v2.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2015-03/bzd_insomnie_v2.pdf)
- [161] Claudio Stampi (1989) Polyphasic sleep strategies improve prolonged sustained performance: A field study on 99 sailors, *Work & Stress*, 3:1, 41-55

[162] Chaufton C, Royant S, Doireau P, Bertran PE, Monteil M, Paris JF, Lepoyvre A, Fournier I. Somnolence excessive et troubles du sommeil chez les pilotes professionnels d'aviation commerciale : Etude transversale multicentrique sur 612 sujets. SOFRAMAS. 27 sept 2012, Paris.

[163] Collège national des enseignants en pneumologie : 2021. Troubles du sommeil de l'enfant et de l'adulte. [ En ligne] ( page consultée le 7/02/2021). [http://cep.splf.fr/wp-content/uploads/2020/12/item\\_110\\_TROUBLES-DU-SOMMEIL\\_2021\\_ex\\_item\\_108.pdf](http://cep.splf.fr/wp-content/uploads/2020/12/item_110_TROUBLES-DU-SOMMEIL_2021_ex_item_108.pdf)

[164] Dubourdiou D, Brocq FX, Bisconte S, Vacher A, Chemsy M, Oliviez JF, Manen O, Leduc PA, Deroche J, Perrier E et Genero M. Le syndrome d'apnées du sommeil en expertise aéronautique : démarche du médecin expert. Société Française de Médecine Aéronautique et Spatiale. 2e trim 2010;51(190):7-15.

[165] Devoirs généraux des médecins. Code de la santé publique; partie réglementaire ; Article L1110-4.

[166] La Revue Prescrire. Secret professionnel : savoir le garder, savoir le partager. Juin 2011; 31(332) : 461-4

[167] De l'atteinte au secret professionnel. Code pénal ; partie législative; Article 226-13.

[168] De l'atteinte au secret professionnel. Code pénal ; partie législative; Article 226-14.

[169] De l'entrave aux mesures d'assistance et de l'omission de porter secours. Code pénal; partie législative Article 223-6.

[170] Droits de la personne. Code de la santé publique; partie législative ; Modifié par l'Ordonnance n° 2018-20 du 17 janvier 2018 relative au service de santé des armées; Article R4127-4.

[171] Des causes d'irresponsabilité ou d'atténuation de la responsabilité. Code pénal ; partie législative; Article 122-7

[172] Des causes d'irresponsabilité ou d'atténuation de la responsabilité. Code pénal ; partie législative; Article 122-9

[173] Admission en soins psychiatriques à la demande d'un tiers ou en cas de péril imminent. Code de la Santé Publique; partie législative. Articles L3212-1

[174] Admission en soins psychiatriques à la demande d'un tiers ou en cas de péril imminent. Code de la Santé Publique; partie législative. Articles L3212-3

[175] Conseil national de l'Ordre des médecins. Secret médical et risque grave de mise en danger d'autrui. [ En ligne] ( page consultée le 03/08/2019) <https://www.conseil-national.medecin.fr/publications/communiqués-presse/secret-medical-risque-grave-mise-danger-dautrui>

[176] Ministère du travail, de l'emploi, et de la santé. HSPT. [ En ligne] ( page consultée le 02/02/2021) [https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Plaqueette\\_HPST\\_grand\\_public-2.pdf](https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Plaqueette_HPST_grand_public-2.pdf)

## **Table des annexes**

**Annexe 1** : Les contre-indications à la pratique du parachutisme sportif [17]

**Annexe 2** : Formulaire pour demande de certificat médical [47]

**Annexe 3** : Formulaire de compte rendu d'un médecin-examineur

**Annexe 4** : Secret Médical et risque grave et imminent de mise en danger d'autrui [175]

**Annexe 5** : Fiche-conseil pour le médecin généraliste

## CONTRE-INDICATIONS A LA PRATIQUE DU PARACHUTISME SPORTIF

Liste non limitative. Les problèmes doivent être abordés cas par cas, avec un bilan spécialisé si nécessaire, en tenant compte du niveau technique.

En cas de litige, la décision finale doit être soumise à la Commission Médicale.

Altitude : 4000m hypoxie, hypobarie, hypothermie, stress Vitesse : 180 km/h en chute, 8 à 15 km/h au poser	Contre-indications définitives	Contre-indications temporaires
Cardiologie	Cardiopathie congénitale ou acquise Trouble de la conduction myocardique, permanente ou paroxystique, blocs de branche gauche, WPW. Insuffisance coronarienne clinique ou électrique, pontages artériels ou autres Valvulopathies symptomatiques Hypertension artérielle permanente	Hypertension artérielle non contrôlée Traitement anti-arythmique à évaluer Traitement bêta-bloquant à évaluer
Appareil locomoteur et squelette	Affections ostéo-articulaires et musculo-tendineuses en évolution, séquelles fonctionnelles graves, affections congénitales ou acquises Luxation récidivante de l'épaule Instabilité rotulienne majeure Affection rhumatismale chronique ou sub-aigüe Spondylolisthésis instable avec signes fonctionnels aigus ou chroniques Hernie discale avec signes neurologiques Amputation d'un segment de membre Ostéoporose patente	Douleurs rachidiennes, accentuation des courbures, troubles de la statique à évaluer Ostéosynthèse en place Séquelles de fracture du rachis, de hernie discale non neurologique à évaluer
Pneumologie	Affection pulmonaire chronique ne tolérant pas l'hypobarie ou l'hypoxie BPCO, dilatation des bronches, syndromes restrictifs (lobectomie, pectus..) Pneumothorax récidivant	Asthme à évaluer Pneumopathie en évolution
Oto-rhino-laryngologie	Affection chronique de l'oreille moyenne Obstruction permanente de la trompe d'Eustache Cophose uni ou bilatérale Trouble permanent du vestibule	Affection aigüe intercurrente
Ophthalmologie	Fragilisation du globe oculaire (chirurgie ouverte, myopie forte, traumatisme) Acuité inf à 8/10 avec correction, le meilleur à 6/10, le plus faible à 1/10	Chirurgie réfractive à évaluer Dyschromatopsie (ISHIHARA), avertir le candidat Traitement par bêta bloquant topique à évaluer
Neurologie	Epilepsie Troubles chroniques ou paroxystiques de la vigilance Effraction méningée neurochirurgicale, ORL, traumatique	Traumatisme crânien grave à évaluer
Psychiatrie	Affection psychiatrique Alcoolisme et toxicomanies avérés	Traitement anxiolytique, antidépresseur, hypnogène à évaluer
Hématologie	Hémopathies, splénomégalies Anomalies de la crase	Phlébite non explorée
Endocrinologie	Diabète insulino dépendant Affection aigüe ou chronique pouvant influencer sur la sécurité	Diabète non insulino dépendant à évaluer
Gastro-entérologie	Dysfonction de la paroi abdominale Séquelles chirurgicales (cicatrice déhiscente, stomie..)	Hernie hiatale, reflux, colopathie à évaluer
Gynécologie		Grossesse
Génito-urinaire	Séquelles avérées de chirurgie	

Toute prise de médicament ou de substance susceptible de modifier le comportement peut être une cause de contre-indication  
La reprise du parachutisme après un accident en chute ou au poser nécessitera l'avis d'un Médecin du sport ou d'un Spécialiste



# RAPPORT D'EXAMEN MEDICAL

(Annexe au formulaire pour demande de certificat médical)

POUR REMPLIR CETTE PAGE UTILISER DES LETTRES MAJUSCULES - SECRET MEDICAL

NOM :		Prénoms :			Date de naissance (JJ/MM/AAAA):		Lieu de naissance :	
(201) Catégorie d'examen Initial Prorogation Renouvellement Recours spécial	(202) Taille  cm	(203) Poids  kg	(204) Yeux couleur	(205) Cheveux couleur	(206) Tension artérielle (assis) mmHg Systolique      Diastolique		(207) Pouls au repos Pulsations (bpm) Rythme régulier irrégulier	

Examen clinique : Cochez chaque item	normal	anormal	normal	anormal
(208) Tête, face, cou, cuir chevelu			(218) Abdomen, hernie, foie, rate	
(209) Cavité bucale, gorge, dents			(219) Anus, rectum (si nécessaire)	
(210) Nez, sinus			(220) système génito-urinaire	
(211) Oreilles, tympans, compliance tympanique			(221) Système endocrinien, thyroïde	
(212) Yeux- orbites et annexes, champs visuels			(222) Membres supérieurs et inférieurs, articulations	
(213) Yeux – pupilles			(223) Colonne vertébrale et appareil musculosquelettique	
(214) Yeux – mobilité oculaire, nystagmus			(224) Examen neurologique- réflexes etc	
(215) Poumons, thorax, seins			(225) Psychiatrie	
(216) Cœur			(226) Peau, marque d'identification, syst. lymphatique	
(217) Système vasculaire			(227) Etat général	

(228) Notes : Décrivez chaque anomalie constatée. Reportez le numéro de l'item avant chaque commentaire

### Acuité visuelle (ne pas remplir ici lors des examens approfondis)

(229) (de loin à 5m/6m en dixième) Lunettes/Contact

Œil droit sans correction	Corrigée à	
Œil gauche sans correction	Corrigée à	
Vision binoculaire, sans correction	Corrigée à	

(230) Vision Intermédiaire	sans correction		avec correction	
	Oui	Non	Oui	Non
N14 lu à 100cm				
Œil droit				
Œil gauche				
Vision binoculaire				

(231) de près	sans correction		avec correction	
	Oui	Non	Oui	Non
N5 lu à 30 - 50cm				
Œil droit				
Œil gauche				
Vision binoculaire				

(232) Lunettes		(233) Lentilles de contact		
Oui	Non	Oui	Non	
Type :		Type :		
Réfraction	Sph	Cylindre	Axe	Ajouter
Œil droit				
Œil gauche				

(313) Perception des couleurs	Normale	Anormale
Tables pseudo-isochromatiques	Type I S H I H A R A	
Nombre de tables présentées	Nombre d'erreurs	

### (234) Audition (ne pas remplir ici lors des examens approfondis)

(si 239/241 non réalisés)	Oreille droite	Oreille gauche
Tests de Voix de conversation perçue à 2m le dos tourné vers l'examinateur	Oui Non	Oui Non

Audiométrie éventuelle							
Hz	500	1000	2000	3000	4000	6000	
Oreille droite							
Oreille gauche							

(236) Fonction respiratoire				(237) Hémoglobine	
VEMS/CV	%	Peak Flow	(l/min)		(g/dl)
Normal	Anormal	Normal	Anormal	Normal	Anormal

### (235) Analyse d'urine

Normale Anormale

Glucose	Protéines	Sang	Autres	

Rapports annexés	Non réalisé	Date	normal	anormal
(238) ECG				
(239) Audiogramme				
(240) Examen Ophtalmologique				
(241) Examen ORL				
(242) Lipides sanguins				
(243) Fonction respiratoire				
(320) Tonométrie G : D : mmHg				
(244) Divers(Sujet?) :				

### (247 bis) Nom et signature du médecin examinateur de médecine générale dans l'AeMC et sa proposition d'aptitude

Avis :	Nom :
	Signature :

### (247) Décision du médecin-chef de l'AeMC ou du médecin agréé

**APTE pour la classe:**  
certificat médical délivré par le soussigné (copie jointe) pour la classe:

**INAPTE pour la classe :**  
Remis pour une évaluation complémentaire, dans l'affirmative, indiquer:  
le destinataire :  
le motif :

► Renvoi/concertation  
Si une décision a été prise antérieurement par l'autorité en inscrire ici les références et le libellé complet et les reporter sur le certificat d'aptitude remis au candidat.  
Décision N° ..... du .....  
Libellé :

Champ d'application du certificat	CLASSE 1	CLASSE 2	LAPL	PNC/CCA

(248) Commentaires, limitations :

### (249) Déclaration du médecin-chef de l'AeMC ou du médecin agréé

Je soussigne certifie que j'ai personnellement examiné (ou que mon groupe de médecins-conseils agréés a examiné) le demandeur mentionné ci-dessus et que ce rapport d'examen médical et ses annexes contiennent nos constatations d'une manière complète.

(250) date : et lieu:	Nom et adresse du médecin-chef de l'AeMC ou du médecin agréé: Fax: Telephone: E-mail:	Cachet du médecin-chef de l'AeMC ou du médecin agréé et signature: Numéro d'AME:
--------------------------	---	---

## **Secret Médical et risque grave et imminent de mise en danger d'autrui**

Le dramatique crash aérien du 24 mars 2015 soulève de nouveau la question du respect du secret médical par le médecin.

L'Ordre rappelle que le secret médical, instauré dans l'intérêt des patients, est une condition indispensable à leur confiance. L'obligation de respect du secret est générale et absolue (article 226-13 du code pénal et articles L.1110-4 et R.4127-4 du code de la santé publique).

En l'état actuel, les dérogations possibles au secret médical sont limitées, en application de l'article 226-14 du code pénal, à l'initiative du médecin, à trois hypothèses : les sévices ou privations sur mineurs et personnes vulnérables ; avec leur accord, les sévices ou privations sur des personnes majeures ; le caractère dangereux de personnes qui détiennent une arme ou envisagent d'en acquérir une.

Toutefois, à titre exceptionnel et en cas de risque grave et imminent de mise en danger d'autrui, qu'il ne peut prévenir autrement, et après qu'il ait épuisé toute autre solution, le médecin peut selon le Conseil national de l'Ordre s'affranchir du secret médical en informant le médecin chargé de la santé au travail sinon en saisissant le Procureur de la République. Le médecin serait alors justifié à invoquer l'état de nécessité absolue, par analogie avec les dispositions de l'article 122-7 du code pénal, qui exonère de toute responsabilité pénale la personne qui accomplit « face à un danger actuel et imminent » un acte nécessaire et proportionné à la gravité de la menace.

En toute hypothèse, l'information doit être proportionnée à la gravité du danger.

Le Conseil national de l'Ordre des médecins souligne l'importance des questions soulevées qui concernent une grande variété de situations, allant bien au-delà du cas à l'origine des interrogations actuelles et il lui paraît souhaitable de ne pas légiférer dans l'urgence et l'émotion.



## Serment d'Hippocrate

“Au moment d’être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d’être fidèle aux lois de l’honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J’interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l’humanité.

J’informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n’exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l’indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l’intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l’intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l’indépendance nécessaire à l’accomplissement de ma mission. Je n’entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J’apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu’à leurs familles dans l’adversité.

Que les hommes et mes confrères m’accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j’y manque.”

## RESUME

### **Introduction**

La France est un des plus grands pays au monde dans le domaine aéronautique. Les pilotes et a fortiori les voyageurs sont de plus en plus nombreux avec la démocratisation du transport aérien. Cet environnement, hostile à l'Homme, nécessite une capacité physique et mentale adéquate pour assurer la plus grande sécurité des vols. Le parcours de soin du patient en France fait du médecin généraliste un des professionnels de santé les plus impliqués dans le suivi des pilotes. Or la médecine aéronautique est très peu connue en France chez les médecins généralistes, autant sur ses particularités de prise en charge que sur son réseau de soin.

L'objectif principal de cette thèse est de proposer un support d'information sous forme de guide pratique pour tout médecin généraliste non spécialisé en aéronautique dans le cadre du suivi de ses patients s'exerçant au pilotage d'un avion, qu'il soit pilote privé ou professionnel, afin de toujours proposer une solution au patient, et ne jamais rester seul dans son dilemme.

### **Méthode**

Revue narrative de la littérature avec une sélection non systématique de publications scientifiques relatives à la prise en charge des pathologies du pilote d'avion en lien avec la médecine générale. Dans cette thèse il a été ajouté un questionnaire auto-rempli par les médecins généralistes, et des entretiens de médecins spécialisés en aéronautique sous forme de discussion.

### **Résultats**

Le questionnaire réalisé auprès de 350 médecins généralistes montrait que deux tiers d'entre eux n'avaient jamais entendu parler de médecine aéronautique, qu'ils ne demandaient pas toujours l'activité professionnelle ou extra-professionnelle de leur patient, et que l'écrasante majorité souhaitait recevoir un support d'aide à la prise en charge pour une telle population. Des conseils de prise en charge ont été établis sous la forme d'un guide au travers des principales pathologies retrouvées en médecine générale. En cas de difficultés de prise en charge le médecin généraliste pourra principalement s'appuyer sur le réseau des médecins aéronautiques et en moindre mesure il pourra échanger avec les médecins du pôle médical de la DGAC.

### **Conclusion**

Le médecin généraliste est facilement accessible pour tout pilote et reste un interlocuteur privilégié, pouvant influencer la prévention des incidents liés à l'environnement aéronautique. Ce guide de prise en charge pourrait aussi aider les médecins dans la prise en charge de leur patientèle non pilote, toujours plus nombreuse à prendre l'avion. Lors de la formation universitaire en médecine générale, des cours introduisant aux spécificités de prise en charge des patients ayant des métiers ou activités à risque (plongée sous marine, parachutisme, métiers de transport ferroviaire, routier ou aérien, métiers avec port d'armes) semblent nécessaires pour la pratique des futurs médecins généralistes.