



**HAL**  
open science

## Conseils aux patients pour les voyages aériens

Raphaëlle Saguez

► **To cite this version:**

Raphaëlle Saguez. Conseils aux patients pour les voyages aériens. Sciences pharmaceutiques. 2018.  
dumas-02156608

**HAL Id: dumas-02156608**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02156608>**

Submitted on 14 Jun 2019

**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 Picardie Jules Verne – U.F.R. de PHARMACIE

Année Universitaire 2017/2018

**THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR  
EN PHARMACIE**

**Soutenue publiquement le vendredi 26 octobre 2018 par Mademoiselle  
SAGUEZ Raphaëlle**

**Conseils aux patients pour les voyages aériens**

**Jury composé de :**

**Président :** Monsieur le docteur François Helle  
Maître de Conférences des Universités, Faculté d'Amiens,

**Directeur :** Monsieur le Professeur Jean-Marc CHILLON  
Professeur des Universités - Praticien Hospitalier – Doyen de la faculté  
de pharmacie de l'UPJV

**Membres :** Madame le docteur Céline Bizot  
Pharmacien d'officine, Pharmacie de l'Avre  
Monsieur le docteur Alban Watelet  
Pharmacien d'officine, Pharmacie Detoisien

**Thèse n°**



Université de Picardie Jules Verne – U.F.R. de PHARMACIE

Année Universitaire 2017/2018

**THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR  
EN PHARMACIE**

**Soutenue publiquement le vendredi 26 octobre 2018 par Mademoiselle  
SAGUEZ Raphaëlle**

**Conseils aux patients pour les voyages aériens**

**Jury** composé de :

**Président :** Monsieur le docteur François Helle  
Maître de Conférences des Universités, Faculté d'Amiens,

**Directeur :** Monsieur le Professeur Jean-Marc CHILLON  
Professeur des Universités - Praticien Hospitalier – Doyen de la faculté  
de pharmacie de l'UPJV

**Membres :** Madame le docteur Céline Bizot  
Pharmacien d'officine, Pharmacie de l'Avre  
Monsieur le docteur Alban Watelet  
Pharmacien d'officine, Pharmacie Detoisien

**Thèse n°**

## Remerciements

### **A Monsieur François Helle,**

Merci de me faire l'honneur d'accepter de présider mon jury. Veuillez trouver ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

### **A Monsieur Jean Marc Chillon,**

Je tiens tout d'abord à vous remercier d'avoir accepté de diriger ce travail et de m'avoir accordé de votre temps. Merci pour vos conseils et votre rigueur. Veuillez trouver l'expression de ma reconnaissance et de mon plus profond respect.

### **A Alban,**

Merci d'avoir accepté tant bien que mal de faire partie de ce jury. Toujours là pour m'embêter jusqu'au bout. Merci d'avoir partagé tes connaissances, de m'avoir formée tout au long de mes années d'études au sein de la pharmacie. Merci pour ta bonne humeur, ton humour particulier, et les samedis après-midi passés ensemble !

### **A Céline,**

Merci d'avoir accepté de faire partie de ce jury. Il fallait au moins que je soutienne ma thèse le même jour que toi ...

### **A toute l'équipe de la pharmacie Detoisien,**

Merci pour toutes ces années durant lesquelles j'ai travaillé au sein de votre équipe. Merci de m'avoir inculqué votre savoir et de m'avoir soutenue pendant tout ce temps. Merci pour votre gentillesse, les bons moments passés avec vous.

Merci à Monsieur et Madame Detoisien de m'avoir accueillie dans votre pharmacie et d'avoir participé à ma formation.

**A toute l'équipe de la pharmacie de l'Avre,**

Merci à Madame Gauret de m'avoir accueillie en stage lors de ma troisième et quatrième année.

Merci à l'équipe pour les bons moments passés ensemble.

**A mes parents,**

Merci pour tout ce que vous avez fait pour moi, pour le soutien que vous m'avez apporté tout le long de mes études. Merci à ma mère de m'écouter et me conseiller.

**A mon frère,**

C'est bon, je te rends ta chambre et ton canapé ! Fini les études !!

Merci de m'avoir apporté de la distraction et de l'occupation pendant les révisions avec tes chiens.

**A Thomas,**

Merci d'être là pour moi, de me rassurer, de m'encourager et de me supporter.

**A Laure,**

Merci pour les fiches et les résumés tout au long de ces études. Et dire que je ne voulais pas de toi en binôme de TP... Merci de me motiver, de me booster, et de ton soutien ! A bientôt pour de nouveaux voyages (si la thèse ne t'a pas trop refroidie des avions).

**A Léa,**

Merci pour tout. Merci pour les voyages, merci de ta patience, merci de ton aide. Toujours présente pour me venir en aide même à des dizaines de milliers de kilomètres.

**A tous mes amis,**

Clémence, Julie, Mathilde, Florence. Merci pour les bons moments passés à vos côtés, ainsi que les voyages partagés avec vous.

Morgan, mon co-externe de gériatrie et mon collègue pendant 6 mois. Dépêche-toi de trouver un remplacement à la Réunion, pour que je vienne te voir.

## Table des matières

<b>Tables des annexes.....</b>	<b>10</b>
<b>Liste des abréviations : .....</b>	<b>11</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>13</b>
<b>I- Altitude et organisme .....</b>	<b>15</b>
<b>A. Modification chimique de l'atmosphère selon l'altitude et ses conséquences .....</b>	<b>16</b>
1. Raréfaction de l'oxygène.....	16
a) Diminution de la pression de l'oxygène .....	16
b) L'hypoxie d'altitude.....	17
c) Causes, compensations et conséquences de l'hypoxie d'altitude par zone .....	17
i. Zone indifférente.....	19
ii. Zone de compensation complète .....	20
iii. Zone de compensation incomplète .....	21
iv. La zone critique .....	23
2. Ozone .....	23
<b>B. Propriétés intensives de l'atmosphère, qualité de l'air, et radiation cosmique ainsi que leurs effets sur l'organisme.....</b>	<b>24</b>
1. Variation de pression et cavités semi closes .....	25
a) Variation de pression .....	25
b) Pathologies ORL.....	26
i. Les sinus.....	26
ii. Les oreilles .....	27
iii. Les dents.....	32
c) Pathologies digestives .....	32
d) Pathologies pulmonaires.....	33
2. Présence de radiations cosmiques .....	33
a) Variations du rayonnement cosmique .....	34
b) Exposition du personnel naviguant.....	35
c) Exposition des passagers.....	36
3. Qualité de l'air en cabine .....	37
4. Diminution de température .....	38
<b>II- Incidents et évènements les plus courants en vol .....</b>	<b>39</b>
<b>A. Thrombose veineuse profonde .....</b>	<b>39</b>
1. Physiopathologie .....	40

2.	Facteurs de risques de la TVP .....	41
a)	Facteurs liés au vol et à l'environnement de la cabine .....	41
b)	Facteurs liés aux passagers.....	41
c)	Facteurs liés aux médicaments.....	42
3.	Mesures préventives.....	42
4.	Traitement d'une TVP .....	44
a)	Héparines .....	44
i.	Héparines de bas poids moléculaire.....	44
ii.	Héparines non fractionnées.....	45
iii.	Fondaparinux .....	45
b)	Antivitamine K (AVK).....	45
c)	Anticoagulants oraux directs (AOD).....	46
5.	Embolie pulmonaire.....	46
<b>B.</b>	<b>Maladies de décompression .....</b>	<b>46</b>
1.	Physiopathologie .....	47
a)	Symptômes.....	47
b)	Traitement.....	48
2.	Décompression .....	48
a)	La décompression lente .....	48
b)	La décompression explosive .....	48
<b>C.</b>	<b>Effets liés aux turbulences.....</b>	<b>49</b>
1.	Mal de l'air.....	50
a)	Physiopathologie.....	50
b)	Les symptômes .....	50
i.	Phase prodromique .....	50
ii.	Phase vagale.....	51
iii.	Troisième phase .....	51
c)	Les facteurs aggravants .....	51
i.	Facteurs individuels.....	51
ii.	Facteurs environnementaux .....	51
d)	Conseils à suivre.....	51
e)	Traitements antinaupathiques .....	52
i.	Les antihistaminiques.....	52
ii.	Anticholinergique .....	53
iii.	Homéopathie .....	53
iv.	Phytothérapie.....	55
v.	Aromathérapie .....	56

2.	Traumatismes .....	57
<b>D.</b>	<b>Jet lag .....</b>	<b>57</b>
1.	Comment limiter les effets du décalage horaire ? .....	58
2.	Traitement du jet-lag .....	59
a)	La mélatonine .....	59
b)	Luminothérapie.....	60
c)	L'homéopathie.....	60
d)	Hypnotiques .....	61
e)	La phytothérapie.....	61
3.	Traitements chroniques et jet-lag .....	62
a)	Patients diabétiques.....	62
b)	Patients sous anticoagulant oraux (AVK).....	62
c)	Femmes sous contraceptifs oraux .....	63
<b>III-</b>	<b>Voyageurs particuliers .....</b>	<b>64</b>
<b>A.</b>	<b>Voyageurs atteints de pathologies chroniques.....</b>	<b>64</b>
1.	Pathologies respiratoires .....	65
a)	L'asthme .....	65
b)	Les insuffisants respiratoires chroniques .....	65
c)	Pneumothorax .....	66
2.	Règles générales de l'oxygénothérapie .....	66
a)	Évaluer la nécessité d'une oxygénothérapie en vol .....	67
b)	Moyens d'évaluer la nécessité d'une prescription oxygène.....	68
i.	Oxymètre de pouls .....	68
ii.	Test de marche.....	68
iii.	Test en hypoxie .....	68
c)	Les sources d'oxygène à bord des avions.....	69
3.	Pathologies cardiaques .....	70
a)	Hypertension artérielle .....	70
b)	Maladie coronaire.....	70
c)	Troubles du rythme et de la conduction .....	70
d)	Insuffisance cardiaque.....	71
e)	Porteurs de stimulateurs cardiaques « pacemakers » et de DAI (Défibrillateur Automatique Implantable) .....	72
4.	Diabète .....	72
a)	Conseils généraux .....	72
b)	Antidiabétiques oraux.....	73
c)	Insulines .....	74

i. Schéma thérapeutique .....	74
d) Pompe à insuline.....	75
5. Pathologies hématologique.....	76
a) Anémie .....	76
b) Drépanocytose ou anémie falciforme .....	76
<b>D. Autres.....</b>	<b>77</b>
1. Femmes enceintes .....	77
2. Nourrissons et jeunes enfants.....	78
3. Passagers fumeurs .....	78
4. Passagers anxieux .....	79
a) Stage anti-stress.....	80
b) Traitements médicamenteux.....	80
5. Passagers stomisés .....	81
6. Aptitude à voyager au cas par cas .....	81
<b>Conclusion .....</b>	<b>84</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>85</b>

## Tables des annexes

Annexe 1 : Contenu des différentes trousse présentes dans un avion.....	89
Annexe 2 : MEDIF, Fiche de renseignements pour les passagers nécessitant une assistance spéciale.....	92
Annexe 3 : MEDIF, Fiche de renseignements pour les passagers nécessitant un certificat médical.....	93
Annexe 4: FREMEC, FREquent Traveller's MEDical Clearance.....	94

## Liste des Tableaux

Tableau 1 : Figure : Stade otoscopiques du barotraumatisme selon la classification de Haines et de Harris.....	30
Tableau 2:Les différents antihistaminiques antinaupathiques.....	53
Tableau 3: Spécialités homéopathiques antinaupathiques.....	55
Tableau 4 : Adaptation en fonction du décalage horaire.....	59
Tableau 5 : Recommandations pour l'utilisation des substituts nicotiques lors d'un voyage en avion .....	79
Tableau 5 Contre-indications et délai minimal avant un vol .....	82
Tableau 6 Contre-indications et délai minimal avant un vol (suite).....	83

## Liste des Figures

Figure 1: Les différentes parties de l'atmosphère .....	15
Figure 2 : Zones de tolérance à l'hypoxie en fonction de l'altitude chez le sujet sain. ....	19
Figure 3: Exercice à l'altitude de 7 500m montrant les effets de l'hypoxie.....	22
Figure 4 : Parties du corps humain compressible ou non.....	26
Figure 5 : Schéma représentant les différentes parties de l'oreille. ....	28
Figure 6 : Trompe d'Eustache : Maintien de l'équilibre de la pression de part et d'autre du tympan. ....	29
Figure 7 :Mesures de doses des rayonnements cosmiques sur diverses routes aériennes. ....	35

## Liste des abréviations :

AINS : Anti Inflammatoire Non Stéroïdiens  
AIT : Accident Ischémique Transitoire  
AOD : Anticoagulants Oraux Directs  
AOMI : Artériopathie Oblitérante des Membres Inférieurs  
AsMA : Aerospace Medical Association  
AVC : Accident Vasculaire Cérébrale  
AVK : Antivitamine K  
BHE : Barrière Hémato Encéphalique  
BPCO : Bronchopneumopathie Chronique Obstructive  
BTV : Béance Tubulaire Volontaire  
CIPR : Commission Internationale de Protection Radiologique  
CO<sub>2</sub> : Dioxyde de Carbone  
DAI : Défibrillateur Automatique Implantable  
DCI : Dénomination Commune Internationale  
dB : Décibels  
EP : Embolie Pulmonaire  
FAA : Federal Aviation Administration  
FREMEC : FREquent traveller MEDical Card  
Ft : Feet (pieds)  
HBPM : Héparines de Bas Poids Moléculaires  
HE : Huile Essentielle  
HEPA : Haute Efficacité Particules  
HNF : Héparines Non Fractionnées  
INCAD : INCapacited passengers handling ADvice  
INR : International Normalized Ratio  
INSERM : Institut National de la Santé de la Recherche Médicale  
MEDIF : MEDical Information for Fitness to travel  
MTEV : Maladies Thrombo Embolique Veineuse  
mSv : Millisivierts  
NYHA : New York Heart Association  
N<sub>2</sub> : Azote

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ORL : Ortho Rhino Laryngologie

O<sub>2</sub> : Dioxygène

O<sub>3</sub> : Ozone

PaO<sub>2</sub> : Pression partielle en oxygène

SC : Sous-cutané

SIEVERT : Système d'Information et d'Évaluation par Vol de l'Exposition au Rayonnement cosmique dans les Transports aériens

TCA : Temps de Céphaline Activé

TCC : Thérapie Cognitivo Comportementale

TIH : Thrombopénie Induite à l'Héparine

TVP : Thrombose Veineuse Profonde

UVA/UVB : Ultra-violets A et B

## Introduction (1)(2)

Depuis le premier vol de passager effectué le 1<sup>er</sup> janvier 1914, le trafic aérien s'est considérablement développé. Alors qu'en 1914, un seul passager payait son billet d'avion 400 dollars pour effectuer la liaison Tampa-Saint Pétersbourg (séparés par une trentaine de kilomètres à vol d'oiseau) en 23 minutes, début octobre 2018 un Airbus A350-900 Ultra Long Range de la compagnie Singapore Airlines va opérer un vol commercial entre Singapour et New York soit 16 700 km en 19h.

Le transport aérien évolue donc avec la volonté d'avoir des vols long-courriers parcourant plus de kilomètres sans interruption, évitant ainsi les escales. La capacité des avions long-courriers augmente elle aussi, permettant ainsi à davantage de passagers d'être dans un même avion en réduisant les coûts (jusqu'à 850 passagers par avion).

En 2017, la barre symbolique des 4 milliards de voyageurs aériens a été dépassée, avec 1,16 avions qui décollent toutes les secondes dans le monde.

En conséquence, avec ce nombre de passagers qui ne cessent d'augmenter chaque année, le panel de voyageurs se diversifie, avec des « grands-voyageurs » voyageant très fréquemment, et, à contrario, des passagers plus occasionnels, âgés, fragiles, ou encore atteints de pathologies chroniques.

Bien que peu nombreux par rapport au nombre de voyageurs, des incidents médicaux surviennent en vol, tels que des étourdissements, pertes de connaissance, symptômes respiratoires, nausées, symptômes cardiaques, ou encore arrêts cardiaques. Chaque passager réagit différemment aux conditions du vol. Quand, lors de l'atterrissage, certains passagers vont se plaindre d'une simple douleur à l'oreille, un autre peut présenter un écoulement de l'oreille révélant un tympan percé. De même, lorsqu'un passager présente une lourdeur dans les jambes, un autre passager peut souffrir d'une thrombose veineuse, etc. Pour faire face à ces incidents, des trousse médicales sont présentes à bord des avions (composition en annexe n°1). Ces trousse peuvent être utilisées par le personnel de bord, ainsi que par les médecins présents parmi les passagers, après présentation de leur carte professionnelle.

Il est cependant possible et préférable d'agir en amont du vol afin d'éviter certains incidents. Pour cela, il est nécessaire de connaître les spécificités de l'environnement d'un avion, les changements physiologiques qu'il peut y avoir.

Ce travail a pour but de prévenir les événements qui peuvent se dérouler en fonction de la santé des passagers.

## I- Altitude et organisme

L'atmosphère est découpée en cinq couches: la troposphère, la stratosphère, la mésosphère, la thermosphère et l'ionosphère Figure 1. Nous nous intéresserons ici à la troposphère qui évolue de 0 à 11 km d'altitude, là où se trouve l'avion en condition générale de vol.

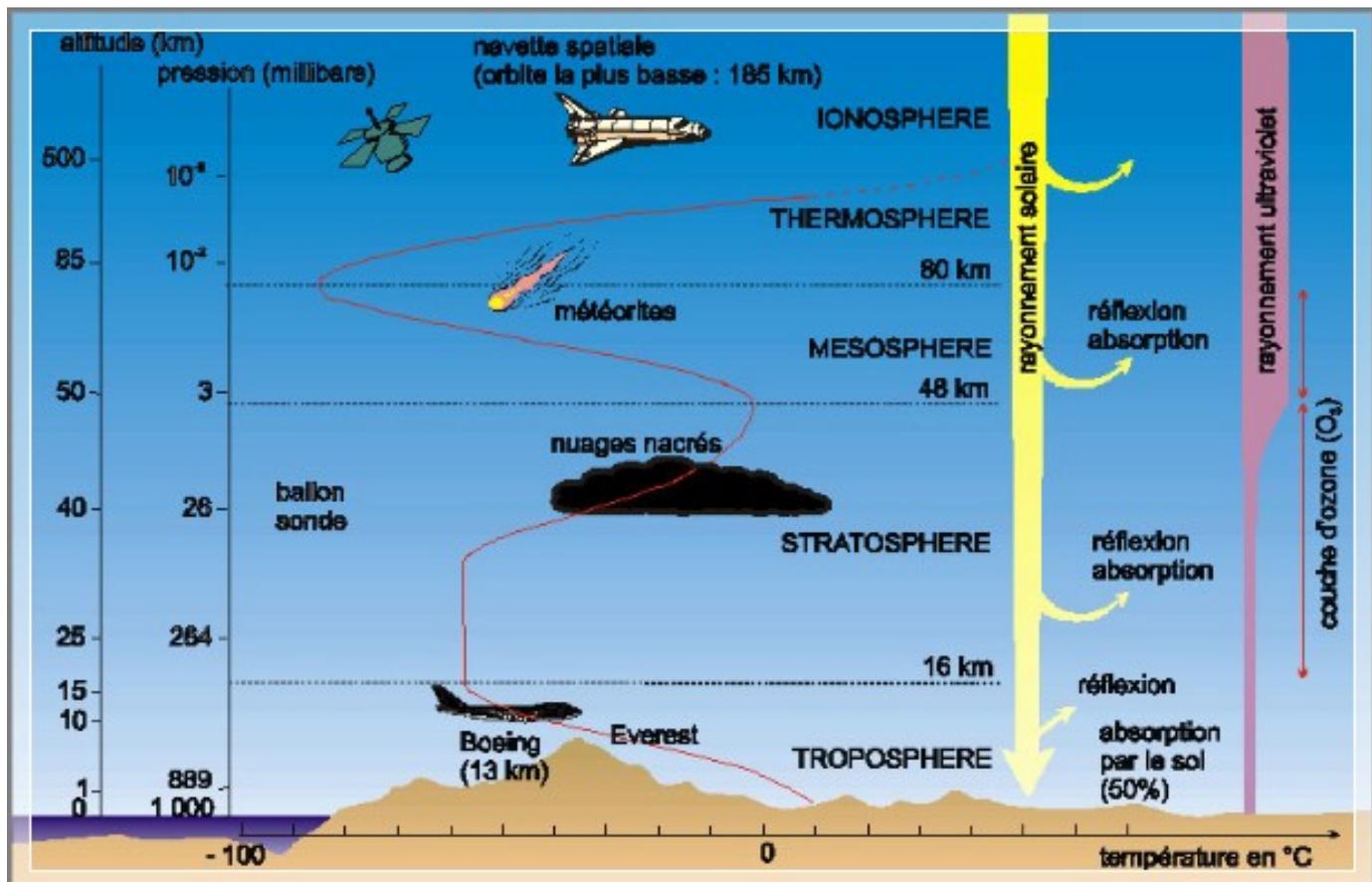


Figure 1: Les différentes parties de l'atmosphère(3)

## A. Modification chimique de l'atmosphère selon l'altitude et ses conséquences

### 1. Raréfaction de l'oxygène (4)(5)(6)

#### a) Diminution de la pression de l'oxygène

L'air est principalement composé de deux gaz, l'azote (N<sub>2</sub>) pour 78% et le dioxygène (O<sub>2</sub>) pour 21%, le 1% restant étant représenté par des gaz rares comme le néon, l'argon, l'hélium, le dioxyde de carbone... Ces pourcentages sont fixes et sont valables quelle que soit l'altitude.

Cependant, bien que la proportion des différents gaz dans la composition de l'air reste constante, l'oxygène se raréfie avec l'altitude. Ceci est dû au fait que la concentration d'oxygène varie proportionnellement à la pression atmosphérique. La pression atmosphérique, qui est la somme des pressions partielles des gaz constitutifs de l'atmosphère (=loi de Dalton), est la pression qu'applique la couche d'air qui enveloppe la terre. Plus un individu se trouve bas en altitude, plus la couche au-dessus de lui sera élevée et donc plus elle sera lourde et plus la pression atmosphérique sera importante. Par exemple, au niveau de la mer, la pression atmosphérique est égale à 760 mmHg (=1013,2 HPa). La pression partielle d'oxygène au niveau de la mer correspond donc à 21% de ces 760mmHg soit 160 mmHg (= 213 HPa). En revanche, à 8000m, la pression atmosphérique n'est plus que de 267 mmHg (= 356 HPa) et la pression partielle en oxygène est donc de 56 mmHg (= 74 HPa).

En bref, la pression atmosphérique diminuant avec l'altitude (hypobarie), il en découle une concentration volumique inférieure pour tous les gaz. Ainsi, dans un même volume d'air, le nombre de molécules gazeuses est inférieur. Une même respiration aspirera ainsi moins d'oxygène à 10 000 m d'altitude qu'au sol. De plus, la différence de pression entre l'air extérieur et les alvéoles est plus faible. Cela rend les échanges gazeux plus difficiles. En effet, ces derniers se font grâce à la différence des pressions partielles. Le gaz va toujours de l'endroit où il y a plus de pression à celui où la pression est inférieure. Ces phénomènes sont à l'origine de l'hypoxie rencontrée dans les avions de ligne : l'hypoxie d'altitude.

*b) L'hypoxie d'altitude (7)*

L'hypoxie est par définition un apport insuffisant en oxygène dans les tissus. Au sol le taux de saturation de l'hémoglobine en oxygène est d'environ 95%. Ce taux va diminuer en même temps que la pression en oxygène dans les alvéoles pulmonaires, ce qui est observé avec une augmentation de l'altitude. A 25 000 ft (7 620 m), le taux de saturation de l'hémoglobine en oxygène tombe à 55%. L'augmentation de l'altitude entraîne donc indirectement une hypoxie. L'hypoxie d'altitude rencontrée dans les avions est la même que celle rencontrée à la montagne lors de séjours ou de randonnées à haute altitude : les cellules reçoivent moins d'oxygène et le corps devient plus faible, ce qui oblige par exemple les randonneurs de haut niveau à porter des masques à oxygène lors d'excursions à haute altitude.

*c) Causes, compensations et conséquences de l'hypoxie d'altitude par zone(7)(8)*

La saturation de l'hémoglobine en oxygène est proche de la normale jusqu'à 4 500 ft (1 300 m). La pression cabine est généralement ramenée à 8 000 ft (2 438 m) dans les avions de ligne. Ce choix est basé sur la courbe de dissociation de l'oxyhémoglobine qui montre que jusqu'à ce niveau, la saturation en oxygène de l'hémoglobine reste normalement supérieure à quatre-vingt-dix pour cent chez l'individu sain moyen. Cette pression cabine de 8 000 ft est normalement très bien tolérée chez un passager sain, il n'y a pas de signes observables chez ces derniers. Cependant des troubles peuvent survenir chez les individus atteints d'insuffisance respiratoire ou cardiaque qui sont à la limite de la compensation au sol. Aussi, une forte amplitude de diminution de la pression, une consommation de tabac, alcool, drogues, une alimentation trop riche en graisse, une fatigue, une anémie, un don du sang, un environnement froid, sont plusieurs causes qui peuvent entraîner une augmentation de la sensibilité de l'Homme à l'hypoxie. A contrario, une alimentation riche en hydrates de carbone et en vitamine B1 et C augmenterait le seuil de tolérance à l'hypoxie. Il est à noter que les enfants et les personnes âgées sont les personnes les plus sensibles à l'hypoxie d'altitude.

L'hypoxémie est d'autant plus dangereuse que ses premiers signes sont trompeurs et peu spécifiques. Les pilotes, tout comme le personnel navigant, doivent réagir rapidement face à toutes plaintes telles que difficulté respiratoire, associée à une sensation de fatigue,

d'étourdissement, pouvant être accompagné de troubles de la vision, de céphalée. Les signes décrits ci-dessus apparaissent à des altitudes variables avec une très forte variabilité inter individuelle.

Les effets de l'hypoxie sont liés à la privation des divers types de cellules on oxygène. Le sang chargé en oxygène va être distribué aux différents organes de façon variable selon leur besoin. Pour un sujet allongé, sans activité musculaire ni digestion, la répartition est comme suit : cerveau 17%, muscle 18%, cœur 4% peau 5%, organes abdominaux (foie, intestins, reins) 56%. Les pourcentages rapportés au poids de chaque organe montrent que le cerveau est le plus grand consommateur d'oxygène et donc sera le plus vulnérable à l'effet de l'hypoxie. C'est pour cela que tous les organes en relation directe avec le centre nerveux vont manifester leur souffrance précocement comme, par exemple, les yeux qui vont montrer plus de difficulté à la vision nocturne.

Divers seuils de tolérance en fonction de la réaction compensatrice de l'organisme sont définis et classés en quatre zones : zone indifférente, zone de compensation complète, zone de compensation incomplète et zone critique. Ces quatre zones sont distinguées en fonction des réactions d'un sujet sain aux variations d'altitude (figure 2).

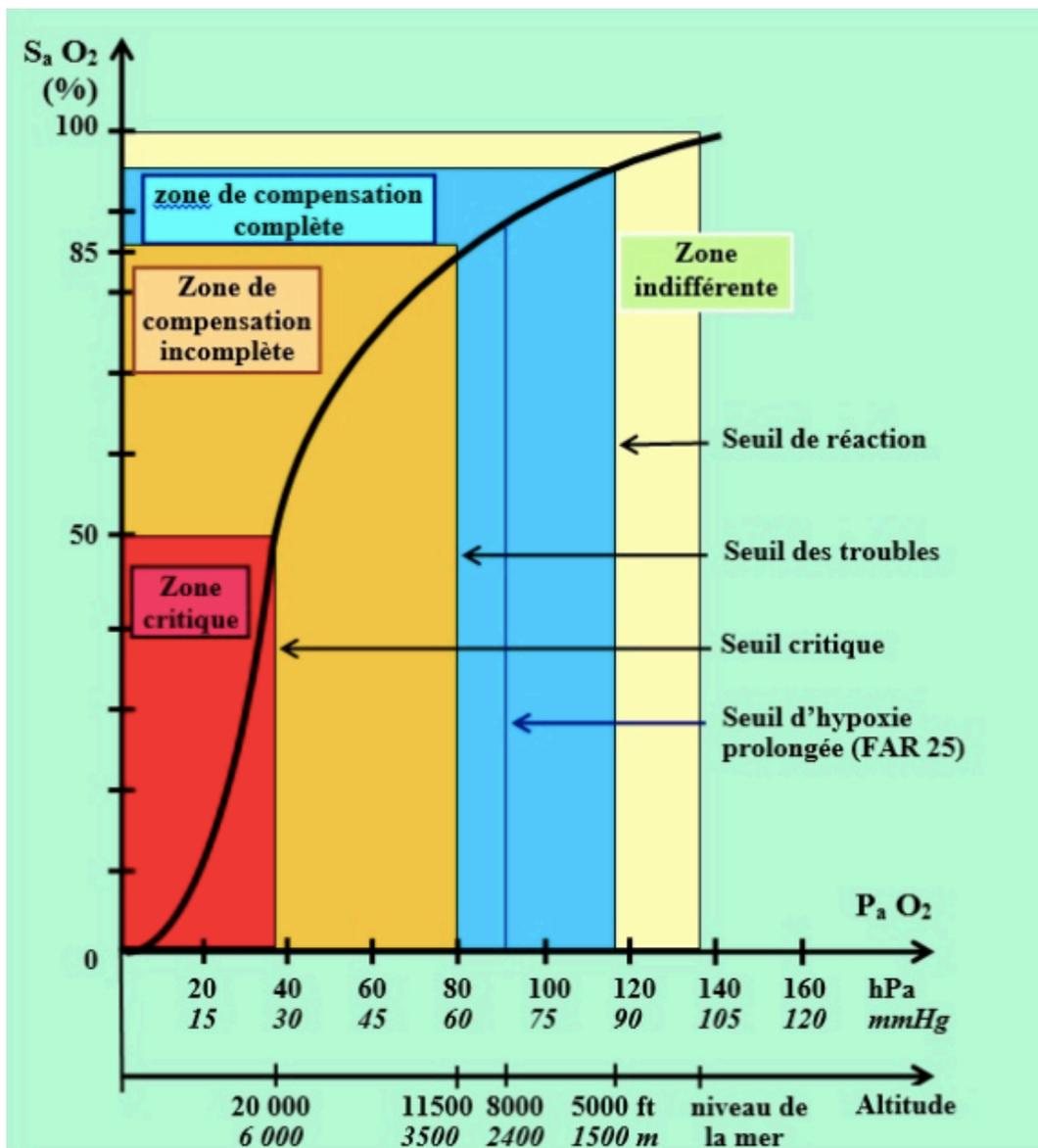


Figure 2 : Zones de tolérance à l'hypoxie en fonction de l'altitude chez le sujet sain.(8)

i. Zone indifférente

La zone indifférente est une zone où l'organisme est insensible à l'hypoxie. Elle est comprise entre 0 et 1 500 m (0 et 5 000 ft). C'est une zone dans laquelle il n'est noté aucune réaction physiologique d'origine hypoxique car, pour ces valeurs de pression, la saturation en oxygène de l'hémoglobine reste proche de la normale (entre 100 et 95%).

## ii. Zone de compensation complète

La zone de compensation complète est une zone où les réactions physiologiques sont adaptées et suffisantes. Elle est comprise entre 1 500 m et 3 500 m (5 000 et 11 500 ft). Dans cette zone, l'organisme compense la plupart des conséquences de l'hypoxie par des réactions cardio-respiratoires adaptées. Ces adaptations physiologiques incluent l'hyperventilation, la vasoconstriction pulmonaire, l'augmentation de la fréquence cardiaque, etc. Ces différentes adaptations sont détaillées ci-dessous.

### ■ Hyperventilation

L'hyperventilation est le premier mécanisme compensatoire de l'hypoxie d'altitude. C'est l'adaptation la plus perceptible : lorsque la pression barométrique diminue, le sujet se met à ventiler plus profondément et à un rythme plus soutenu pour compenser la chute de pression d'oxygène alvéolaire. L'augmentation de la ventilation sera de 20% vers 4 500 m, et d'environ 50% aux alentours de 5 500-7 000 m. Il y a donc élévation du volume courant (volume d'air inspiré et expiré à chaque mouvement respiratoire) et de la fréquence ventilatoire. Cette hyperventilation permet d'apporter davantage d'air et donc d'oxygène au niveau des alvéoles pulmonaires, à proximité du sang. D'autres facteurs accentuent l'hyperventilation comme le stress, la peur, la réaction à la douleur. Il est donc observé une augmentation du pH sanguin (alcalose respiratoire), une contraction des vaisseaux du cerveau, ce qui augmente le déficit d'oxygénation du cerveau avec sensation d'étourdissement, de fourmillements, de froideur aux lèvres, spasmes musculaire, sensation de malaise, nausées, frissons.

### ■ Augmentation du débit et de la fréquence cardiaque

Du fait de la diminution de la quantité d'oxygène présente au niveau des poumons, le taux de saturation de l'hémoglobine diminue. Donc le sang a plus de mal à transporter de l'oxygène. L'organisme s'adapte en augmentant le débit cardiaque qui s'élève suite à une augmentation de la fréquence cardiaque.

Il est à noter que, dans cette zone, une certaine fatigue peut apparaître mais cette dernière restera modérée tant que l'altitude ne dépassera pas 8 000 ft (2 450 m). Cependant à ces altitudes, la vision de nuit ainsi que la capacité d'apprentissage sont altérées et ne sont pas compensées.

iii. Zone de compensation incomplète

La zone de compensation incomplète est une zone où les réactions physiologiques sont insuffisantes pour maintenir une performance psychomotrice normale. Elle est comprise entre 3 500 et 5 500 à 6 000 m (11 500 et 18 500 à 20 000 ft). Cette zone est caractérisée par le risque d'hypoxie aiguë (saturation comprise entre 85 et 50%), avec tous ses troubles : dégradation du jugement, difficulté de concentration de l'attention, dégradation de la mémoire, état dysphorique (excitation ou dépression), troubles de la personnalité, parfois céphalées (maux de tête) et états vertigineux, picotements des extrémités, risque de somnolence. À un stade plus sérieux, des troubles visuels et une perturbation de l'activité motrice sont observés. Ces troubles sont détaillés ci-dessous.

■ Diminution de la performance physique

Étant donné la diminution de la pression atmosphérique en altitude, la consommation maximale d'oxygène sera inférieure. À 4 800 m, l'effort maximal que le corps peut fournir n'est donc plus que de 70% de ce qu'il est au niveau de la mer.

■ Dégradation des fonctions cérébrales

Comme vu précédemment, le cerveau est l'organe le plus sensible à l'hypoxie et il a été constaté des modifications psychophysiologiques et physiologiques :

- de 1 700 à 2 000 m, les fonctions intellectuelles les plus fines commencent à décliner (difficulté aux calculs arithmétiques et puzzles) ;
- vers 5 000 m, une difficulté de coordination des mouvements est observée (l'écriture est maladroite), le raisonnement perd sa logique et la réponse à des ordres simples est ralentie et anormale ;

- entre 6 000 et 7 000 m, environ 5% des individus étudiés perdent connaissance. Pour les autres, il est noté des changements du comportement, avec un état euphorique et une désinhibition. ;
- au-delà de 7 000 m, les individus sont somnolents avec des moments de conscience rares.

Plus l'altitude est élevée, plus le temps durant lequel le sujet reste en possession de ses moyens est limité. Il a été défini un temps de conscience utile ou temps d'exécution efficace qui est de 7 minutes à 7 000 m, 1 minute à 10 000 m, et 30 secondes à 12 000 m.

Sur la figure ci-dessous (figure 3), la consigne était d'écrire à 7 500 m une succession de nombres décroissants depuis 1 000. Le graphisme est perturbé dès la première minute et à la troisième minute il est incohérent et, surtout, le sujet n'est pas conscient de la déformation de son écriture ni des erreurs qu'il commet.

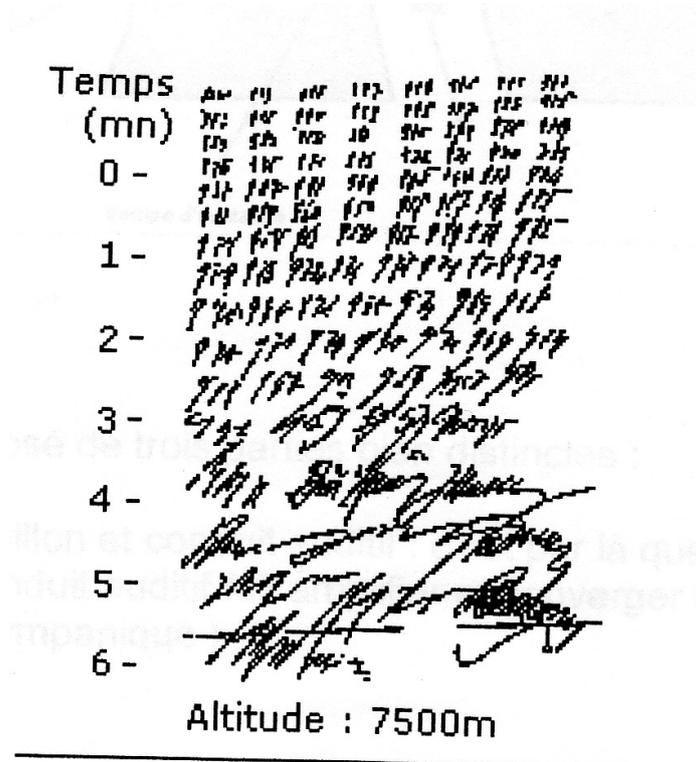


Figure 3: Exercice à l'altitude de 7 500 m montrant les effets de l'hypoxie(9)

## ■ Cyanose

Une cyanose (coloration bleue) des lèvres et des ongles, ainsi qu'une coloration grise de la peau est observée lorsque le sang contient moins de 5% d'oxyhémoglobine.

### iv. La zone critique

Cette zone entraîne un risque de perte de conscience de l'individu. Elle est décrite au-dessus de 5 500 à 6 000 m (18 500 à 20 000 ft) et est caractérisée par le risque de syncope hypoxique, de survenue d'autant plus rapide que l'altitude est plus élevée. Sans correction de la situation hypoxique, la syncope se termine par la mort.

## 2. Ozone (10)

L'ozone, de formule chimique  $O_3$  est présent à différentes altitudes et différentes concentrations dans l'atmosphère. Il est à la fois considéré comme un ami et un ennemi. En effet, au niveau de la troposphère la production excessive d'ozone au niveau des grands centres urbains entraîne des pics de pollution lors de conditions météorologiques particulières. En revanche, au niveau de la stratosphère, l'ozone joue un rôle de protection envers les êtres vivants en absorbant les rayons ultraviolets (UVA et UVB).

L'ozone est un gaz instable qui se décompose par la chaleur, se transformant en oxygène en 1/2 seconde à 400° C. Il n'y a donc aucun danger en cabine. La majeure partie de l'ozone est éliminée par les compresseurs qui assurent la pressurisation de la cabine. Toutefois, lors d'une décompression, les passagers pourraient inhaler de l'ozone concentré avec pour principaux signes :

- irritations nasales et pharyngées jusqu'à la baisse de l'olfaction et de l'acuité visuelle ;
- difficultés respiratoires avec toux ;
- expectorations (crachements) ;
- essoufflement, syndrome de suffocation ;
- risque d'œdème pulmonaire si forte concentration.

B. Propriétés intensives de l'atmosphère, qualité de l'air, et radiation cosmique ainsi que leurs effets sur l'organisme (10)(11)

La densité de l'air diminuant avec l'altitude, plus un avion vole haut, moins il subit de résistance à l'air ce qui lui permet de gagner de la vitesse et économiser du carburant. Par ailleurs, au-delà de 9 000 m, il n'y a plus de perturbations atmosphériques (vents forts, turbulences, nuages). L'objectif actuel pour les avions de transport public des passagers est de voler à des altitudes de plus en plus élevées. De nos jours, l'altitude de vol en transport public est de l'ordre de 10 000 m (33 000 ft). Comme vu précédemment, l'organisme humain ne peut résister à cette altitude. L'avion doit donc être équipé d'un système de pressurisation. Le système de pressurisation a pour rôle de maintenir au sein de la cabine des conditions compatibles avec les besoins physiologiques des occupants de l'appareil. L'idéal serait d'avoir une altitude cabine identique à celle du niveau de la mer, et ce quelle que soit l'altitude de croisière de l'avion. Cependant pour des raisons techniques et économiques cela n'est pas possible.

Les règlements aéronautiques imposent donc que tout avion de transport public volant à une altitude supérieure à 6 000 m (20 000 ft) doit être pressurisé afin de rétablir une altitude cabine à une valeur maximale de 2 438 m en vol normal (8 000 ft).

De plus il faut maintenir la vitesse de montée de l'altitude cabine en dessous de 2,5 m/s (500 ft/min) et la vitesse de la descente de l'altitude cabine en dessous de 1,5 m/s (300 ft/min). Ces vitesses permettent à l'air de circuler à l'intérieur de la tête (nez, gorge, oreille interne) de façon à toujours avoir la même pression de chaque côté des tympan. Par exemple, si l'avion monte trop vite pour le système de pressurisation ou si ce système de pressurisation laisse la pression varier trop vite dans la cabine, il y aura une différence de pression entre les deux côtés du tympan d'où le mal d'oreille. Ces valeurs limites permettent de limiter le risque barotraumatique.

## 1. Variation de pression et cavités semi closes

### *a) Variation de pression(12)*

Comme décrit précédemment, la pression atmosphérique diminue avec l'altitude. Ceci entraîne une variation des volumes gazeux, y compris l'air, pour une quantité de gaz constante. Cette variation est inverse à celle de la pression, comme indiqué par la loi Boyle-Mariotte. Pour une quantité constante d'air, ce dernier occupera ainsi un plus grand volume à basse pression qu'à haute pression. Ainsi, en montée, la pression diminue et le volume augmente, tandis qu'en descente, la pression augmente et le volume diminue.

A l'altitude du vol des avions de transport public actuels, la pression extérieure est égale au quart de la pression au niveau de la mer tandis que le volume des gaz est quatre fois plus élevé. Ces variations de volume des gaz s'appliquent également sur les gaz contenus dans le corps. Si ces gaz sont contenus dans des organes en communication directe avec l'air extérieur, il n'y aura aucun trouble, l'équilibre se fera naturellement. Mais si ces gaz sont contenus dans des cavités dites semi closes (c'est-à-dire en contact avec l'extérieur par des canaux ou orifices étroits) et n'arrivent pas à être libérés, ou si les parois ne sont pas suffisamment élastiques pour permettre une expansion gazeuse, ces variations de volume peuvent être mal ressenties et entraîner d'éventuelles ruptures ou de fortes douleurs. Les cavités semi closes sont notamment le tube digestif, l'oreille moyenne et les sinus.

Ce problème est ressenti également dans les dents cariées et les poumons. L'effet qu'entraîne la pression sur ces cavités semi closes est appelé barotraumatisme. Ceci correspond à une atteinte organique lorsqu'il y a difficulté à équilibrer la pression d'air à l'intérieur d'une cavité à la pression extérieure.

En condition normale de vol, le risque barotraumatique se limite à la sphère ORL chez le sujet sain (otite ou sinusite barotraumatique). Cependant, d'autres troubles barotraumatiques peuvent également apparaître chez des patients présentant certaines pathologies (figure 4).

### Le corps humain

**Les barotraumatismes surviennent aux endroits susceptibles d'abriter un gaz ( air, méthane ).**

**Les cavités sont compressibles : C**

**Les sinus**  
**L'appareil respiratoire**  
**L'oreille moyenne**  
**Les intestins**  
**Le masque**

**Le reste du corps est incompressible : NC**

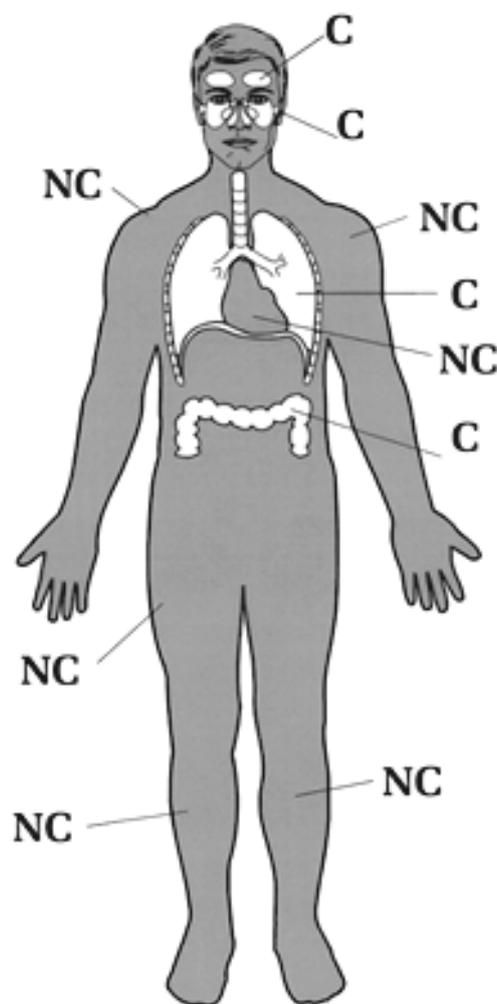


Figure 4 : Parties du corps humain compressible ou non.(13)

#### b) Pathologies ORL

##### i. Les sinus(5)(12)(14)

Les sinus de la face (maxillaires, frontaux, sphénoïdaux, ethmoïdaux) sont des cavités creusées dans les os de la face et s'abouchant dans les fosses nasales par un canal. Tous les sinus ne seront pas touchés par les différences de pressions.

Les sinus les plus en cause sont les sinus frontaux en raison de leur situation anatomique et du canal les reliant aux fosses nasales qui est assez long et étroit. Des douleurs très violentes pourront donc être ressenties au niveau du front. Toutefois la sinusite barotraumatique est assez rare et ne frappe que les gens qui présenteraient des lésions déjà existantes aux sinus ou

qui monteraient à bord avec une sinusite qui serait susceptible de s'aggraver sous l'effet de la pression. Il n'existe pas de moyens de prévention si ce n'est certaines solutions nasales. Par ailleurs, les sinus maxillaires peuvent entraîner dans de rares cas des douleurs dentaires du maxillaire supérieur.

## ii. Les oreilles

Les manifestations en vol liées aux oreilles sont regroupées sous un seul nom : les otopathies dysbariques. Ce sont des affections otologiques résultant de variations lentes des pressions de l'oreille moyenne et interne. Dans un but de clarté, une description de l'oreille est présentée ci-dessous avant d'aborder les otopathies dysbariques de manière plus précise.

### ■ Composition de l'oreille(7)

L'oreille est composée de trois parties : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne (Figure 5).

L'oreille externe est composée du pavillon, et du conduit auditif externe. L'équilibre avec la pression ambiante y est instantané grâce à la large ouverture sur l'extérieur, sauf si le conduit auditif est fermé soit par un bouchon de cérumen soit par des bouchons type boules « Quiès ». L'oreille externe est séparée de l'oreille moyenne par une membrane souple et étanche : le tympan. Les sons sont rassemblés par le pavillon pour ensuite être envoyés vers le tympan qui se met à vibrer.

L'oreille moyenne est une cavité gazeuse semi-close contenant les osselets qui transmettent les vibrations sonores provenant du tympan à l'oreille interne. L'oreille moyenne communique avec la cavité buccale par un canal (la trompe d'Eustache) qui permet l'équilibration de la pression. Il est intéressant de noter que la trompe d'eustache est fermée à l'état basal. Seule une contraction de certains muscles lors de la déglutition, du bâillement, de la mastication provoquera son ouverture. De plus, la ventilation de l'oreille moyenne sera moindre lors du sommeil du fait de la faible fréquence de déglutition, et de bâillement.

L'oreille interne (également connue sous le nom de labyrinthe) contient les organes auditifs (cils vibratoires qui transforment le son mécanique en son nerveux), et l'organe de l'équilibre ou vestibule. Cet organe permet de coordonner les mouvements de la tête, des yeux, ainsi que l'ajustement de la posture du corps.

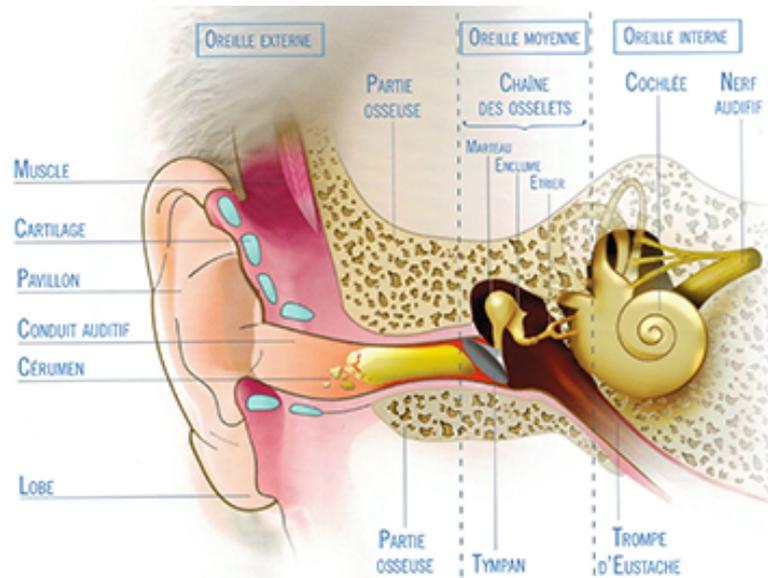


Figure 5 : Schéma représentant les différentes parties de l'oreille. (15)

Les otopathies dysbariques sont réparties en deux catégories : les barotraumatismes et les accidents aéroemboliques. Il est important de faire la distinction entre ces deux catégories car la prise en charge est différente. Les otites barotraumatiques, attribuables à un dysfonctionnement de la trompe d'Eustache, entraînent une atteinte de l'oreille moyenne et interne. Les accidents aéroemboliques sont quant à eux provoqués par une obstruction d'un vaisseau par une bulle d'air constituée à partir d'un gaz dissout dans le sang et entraînent une atteinte de l'oreille interne seulement.

■ L'otite barotraumatique(5)(12)(14)(16)(17)

C'est au niveau du tympan et de l'oreille moyenne avec un dysfonctionnement de la trompe d'eustache que les troubles peuvent apparaître suite à des modifications de pression dues à l'altitude. En temps normal, l'air contenu dans l'oreille moyenne doit se trouver à la même pression qu'à l'extérieur pour permettre au tympan de vibrer sans contrainte. C'est par la trompe d'Eustache que cette égalisation est assurée.

Cependant, lors de la montée, la pression diminue en cabine, les gaz contenus dans l'oreille moyenne sont soumis à une pression supérieure à celle de l'air ambiant. L'air derrière le tympan va donc se dilater, et le tympan va se bomber vers l'extérieur. Généralement, l'air s'échappe de l'oreille moyenne et des sinus sans causer de problème. Il semble parfois que les oreilles « se débouchent ».

Lors de la descente, les passagers subissent progressivement une pression ambiante plus élevée. L'air contenu dans l'oreille moyenne a donc une pression inférieure à celle observée dans le conduit auditif externe. La pression de l'air derrière le tympan augmente et son volume diminue. Le tympan va alors se bomber vers l'intérieur (figure 6). Dans ce cas, la trompe d'Eustache, parfois pincée, peut empêcher l'air d'entrer entraînant des douleurs, c'est ce qu'on appelle l'otalgie. De plus si la trompe d'eustache ne peut rétablir l'équilibre des pressions, il y aura un effet de vide qui se caractérisera par un œdème, une congestion, une hyperhémie, un épanchement séreux exsudatif ou hémorragique. Au-delà d'une certaine différence de pression, fonction de la souplesse et de la résistance de la membrane tympanique (propre à chaque individu), une réaction inflammatoire et de petites hémorragies locales vont se produire. C'est ce qui est appelé l'otite barotraumatique, dont le premier stade sera la sensation d'oreille bouchée. De plus, compte tenu de l'anatomie de la trompe d'eustache, l'otite barotraumatique sera constatée le plus souvent lors de la descente (environ 95%).

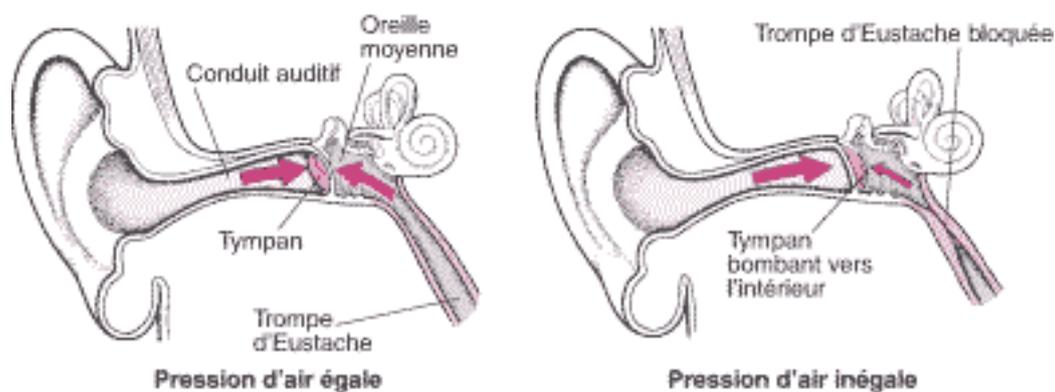


Figure 6 : Trompe d'Eustache : Maintien de l'équilibre de la pression de part et d'autre du tympan.(18)

Dans les cas de barotraumatismes de l'oreille moyenne, le patient présente une otalgie croissante avec la compression, accompagnée d'acouphènes, d'hypoacousie, de sensation d'oreille pleine et de craquements.

L'otoscopie peut montrer, selon la classification de Haines et de Harris, un tympan et une oreille moyenne pathologiques à différents stades selon la gravité de l'atteinte (tableau 1). L'audiométrie peut révéler une hypoacousie de l'ordre de 20 dB à 30 dB. Un examen ORL doit être fait pour éliminer une maladie obstructive des trompes d'Eustache.

*Tableau 1 : Figure : Stade otoscopiques du barotraumatisme selon la classification de Haines et de Harris(17)*

<b>Stade</b>	<b>Otoscopie</b>
<b>I</b>	Hyperhémie du manche du marteau (inflammation du tympan)
<b>II</b>	Tympan rétracté ou congestif
<b>III</b>	Epanchement séreux avec bulles
<b>IV</b>	Epanchement de sang
<b>V</b>	Perforation linéaire avec bords géométrique du tympan associée à une otorragie minime

#### ■ Prévention

Ces otites barotraumatiques peuvent être évitées en suivant diverses précautions. L'avion ne doit pas dépasser certaines valeurs de vitesse afin de respecter la limite physiologique de l'oreille et éviter le risque de rupture de tympan : la vitesse verticale en montée doit être inférieure à 500 ft/min et la vitesse en descente doit être inférieure à 300 ft/min. De plus, il faut respecter un délai de 24h avant de prendre l'avion lorsqu'une activité en rapport avec des modifications de pression a été pratiquée, telle que la plongée sous-marine.

Le fait d'avaler, de mâcher ou de bâiller atténue généralement la gêne ressentie, et permet une équilibration. C'est pour cela qu'il est déconseillé de dormir en montée ou descente. Si le problème perdure, une expiration courte mais puissante, la bouche fermée et les narines pincées, permet généralement de le régler (manœuvre Valsalva). Attention, cette manœuvre réalisée de manière trop violente peut provoquer des lésions de l'oreille interne et ne peut être utilisée qu'en descente. De plus, cette manœuvre est à proscrire en cas d'infection des voies respiratoires supérieures et du nasopharynx car souffler avec les narines bouchées va faire

remonter les mucosités contenant des bactéries dans la trompe d'Eustache et donc entraîner une otite infectieuse.

Il existe une autre manœuvre, qui elle peut être utilisée en montée comme en descente : la béance tubulaire volontaire (BTV). Il s'agit d'ouvrir naturellement les trompes d'Eustache par un mouvement de subluxation du maxillaire inférieur (faire un mouvement vers l'avant de la mâchoire). Malgré tout, la sensation d'oreilles bouchées peut persister, l'otite barotraumatique peut évoluer vers des douleurs violentes, une perte d'audition, des bourdonnements d'oreilles, des vertiges...

Dans le cas d'un bébé, il est possible d'atténuer les symptômes en le nourrissant ou en lui donnant une tétine pour l'encourager à déglutir. Concernant les passagers, il faut éviter de monter à bord en souffrant d'une infection ORL (rhume, angine) car l'incapacité à compenser la différence de pression peut être douloureuse ou provoquer un traumatisme (c'est d'ailleurs une cause d'arrêt de travail immédiat pour les hôtesses de l'air et les pilotes). Si le vol ne peut être reporté, il est possible de prendre un décongestionnant nasal avant le vol et avant les descentes. Concernant les patients souffrant d'une otite ou sinusite, un délai de 10 jours est recommandé. Les sujets prédisposés aux otites devront avoir une bonne hygiène auriculaire quotidienne pour éviter l'excès de cérumen.

#### ■ Traitement de l'otite barotraumatique

Selon le stade de l'otite barotraumatique le traitement ne sera pas le même. Pour les stades I à III, la démarche sera de lutter contre la douleur. Pour cela, des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) seront utilisés sur une période de 6 jours généralement. Des gouttes nasales contenant des vasoconstricteurs (type pivalone®) pourront également être utilisées pour décongestionner les muqueuses de la cavité naso-pharyngée.

Concernant les stades IV et V, il faut évacuer l'épanchement. Pour cela une paracentèse sera effectuée avec pose de drains trans-tympaniques (diabolos, yoyos). Il s'agit de petits tubes en silicone ou en métal placés sur la membrane tympanique. Leur rôle est de restaurer l'équilibre pressionnel de part et d'autre du tympan, de ventiler l'oreille moyenne et de "drainer" le liquide. Des fluidifiants et mucolytiques peuvent aussi être utilisés pour permettre de rendre le liquide plus fluide et faciliter son élimination (Fluimucil®, Rhinatiol®, etc.)

Dans la majorité des cas, le tympan cicatrise spontanément en quelques mois. Jusqu'à la guérison complète du tympan, le patient doit éviter toute pénétration d'eau dans l'oreille en utilisant des bouchons adaptés et, si possible, doit également éviter tout changement brusque d'altitude. Afin de prévenir tout risque de surinfection bactérienne, une antibiothérapie *per os* pourra être mise en place.

En cas de barotraumatismes, différents délais sont à respecter pour prendre l'avion. Selon le stade, le délai variera de 48h pour les stades I et II, 8 jours pour le stade III, et plus de 15 jours pour les stades IV et V afin de permettre un repos tympanique.

### iii. Les dents

Les sinus et les oreilles au niveau de la sphère ORL ne sont pas les seuls organes affectés par les changements d'altitude. En effet, la montée et la descente peuvent entraîner des maux de dents douloureux appelés barodontalgies. Bien souvent les barodontalgies se développent au niveau de dents ayant subi ou devant subir des soins dentaires. Il est retrouvé une poche de gaz bloquée dans des crevasses profondes ou au niveau de zones inflammatoires ou infectieuses. Avec la variation de la pression, le gaz se développe, entraînant une pression sur la dent. Cette dernière, contrairement aux tympons ou au sinus, ne peut s'expanser pour accueillir le gaz qui se développe de plus en plus. Il apparaît donc une douleur aiguë lancinante, et dans certains cas, une partie de la dent peut éclater.

### c) *Pathologies digestives (12)(14)*

L'estomac et l'intestin contiennent des gaz qui sont susceptibles de voir leur volume augmenter du fait de la baisse de pression en cabine. En conséquence, certains passagers se plaindront d'une légère sensation de ballonnement, de flatulences. Il est donc conseillé de limiter les féculents, les aliments tels que les haricots, pois secs, navets, choux, céleri, concombres, lait et les boissons gazeuses avant et pendant le vol. Des médicaments pourront être pris en prévention afin de lutter contre le météorisme intestinal à base de siméticone (Siligaz®). La siméticone est une substance physiologiquement inerte qui n'a pas d'activité

pharmacologique. Elle a pour effet d'empêcher la formation de bulles en modifiant la tension superficielle des liquides aqueux.

De plus, tous les syndromes occlusifs peuvent s'aggraver, et les reflux gastro-oesophagien vont être accentués et entraîner de la toux lors des variations de pression à la montée et à la descente.

#### *d) Pathologies pulmonaires*

Les poumons sont au contact de l'air extérieur par la bouche et le nez. Ces orifices sont suffisamment grands et perméables en toutes circonstances pour qu'aucun trouble ne soit ressenti du fait de l'augmentation de volume du gaz occlus avec l'altitude. Par contre, des troubles peuvent apparaître chez certains sujets présentant anormalement de petites bulles d'air dans le tissu pulmonaire (surtout à la surface des poumons, bulles appelées « bleds »).

Lors de la montée en altitude, ces bulles anormales se dilatent du fait de la baisse de la pression atmosphérique et peuvent éclater. Si elles se trouvent à la surface du poumon, au niveau de la plèvre, l'éclatement de ces bulles peut entraîner un pneumothorax avec des douleurs thoraciques très violentes, une gêne respiratoire importante avec respiration rapide et difficile et un malaise important.

## 2. Présence de radiations cosmiques (19)(20)

Sur terre il existe deux types de rayonnements classés en fonction des effets qu'ils produisent sur la matière :

- les rayonnements non ionisants : lumière ultra violette, ondes radioélectriques, micro-ondes ;
- les rayonnements ionisants : rayons cosmiques, rayons X, et rayons provenant de matières radioactives. Le rayonnement cosmique est constitué de rayonnements qui proviennent du soleil et de l'espace.

Une exposition aux rayonnements cosmiques n'est pas sans risque, si elle est prolongée et répétée. Les personnes les plus à risque sont le personnel navigant, les grands voyageurs et les

femmes enceintes. En France, un système d'information et d'évaluation par vol de l'exposition au rayonnement cosmique dans les transports aériens (SIEVERT) est proposé aux compagnies aériennes. C'est l'unité de mesure qui permet d'estimer la dose « efficace », c'est-à-dire d'évaluer quantitativement l'impact biologique d'une exposition à des rayonnements ionisants. Une valeur de 1mSv est la dose d'irradiation qu'il convient de ne pas dépasser.

Les sources naturelles terrestres exposent chacun d'entre nous à une dose moyenne totale de 0,4 millisieverts (mSv) par an. Il faut également citer le rayonnement interne, c'est-à-dire émanant de notre propre corps, à partir du potassium 40 naturellement présent dans nos tissus. Par ailleurs, les activités humaines utilisant des rayonnements ionisants contribuent à une exposition annuelle moyenne de 1,4 mSv, provenant principalement des activités médicales. Cela dépend des examens et des traitements subis par chacun.

#### *a) Variations du rayonnement cosmique (20)*

Les niveaux de rayonnement varient selon différents facteurs comme la durée de l'exposition, la période de l'année, l'altitude, et la latitude. Ils seront plus importants à haute altitude. En effet à l'altitude de croisière où se déplacent les avions de ligne, la couche protectrice fournie par l'atmosphère terrestre est beaucoup plus mince qu'au sol. L'intensité du rayonnement cosmique y est donc environ 100 à 300 fois supérieure à celle observée au niveau de la mer.

De plus, la durée et la trajectoire du vol vont jouer également un rôle. La dose de rayonnement cosmique reçue sera d'autant plus élevée que la durée du vol sera longue. Aussi, à cause de la forme du champ magnétique et de « l'aplatissement » de l'atmosphère au-dessus des pôles, le rayonnement cosmique est environ trois fois plus intense au niveau des pôles qu'au niveau de l'équateur. D'après les données de l'organisation mondiale de la santé (OMS), l'exposition aux radiations cosmiques est 3 fois plus importante sur un vol Frankfurt-Los Angeles que sur un Johannesburg-Mumbai alors que ce sont des vols de quasi même durée. Ceci est dû au fait que le vol Frankfurt-Los Angeles suit un trajet à de hautes latitudes, proche du pôle Nord (figure 7).

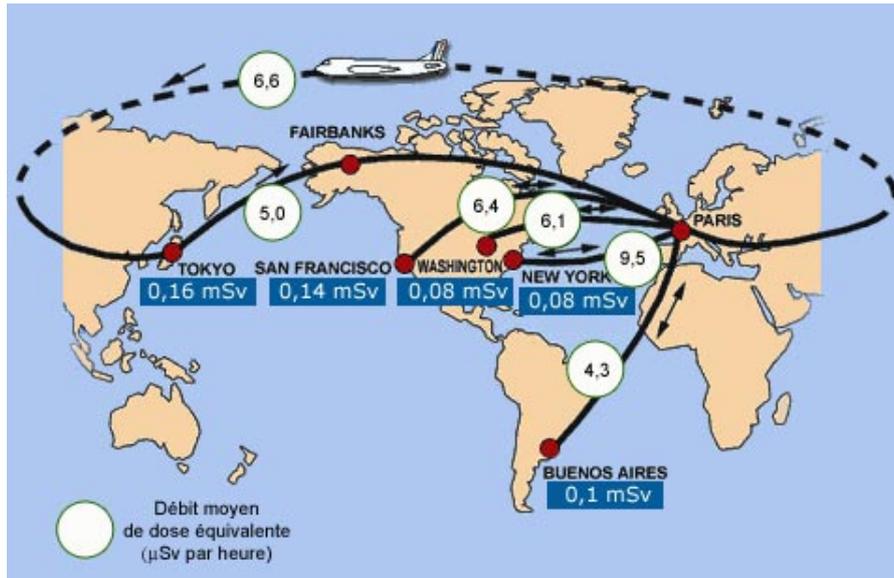


Figure 7 : Mesures de doses des rayonnements cosmiques sur diverses routes aériennes<sup>1</sup>. (19)

La variation de l'activité solaire peut également contribuer à l'intensité du rayonnement cosmique. Il est toutefois très rare que des éruptions solaires dégagent suffisamment d'énergie pour modifier l'intensité du rayonnement cosmique à bord d'un avion. Cependant la Federal Aviation Administration (FAA) émet des bulletins d'alerte lors d'éruptions solaires qui pourraient exposer les vols commerciaux à de trop fortes doses de rayonnement.

#### b) Exposition du personnel navigant

Des enquêtes sur l'exposition aux radiations cosmiques ont montré qu'un équipage reçoit en moyenne une exposition annuelle supplémentaire de 2 à 4 mSv, et que même sur les vols longs courriers navigant aux latitudes Nord, il est peu probable que l'exposition excède 6 mSv par an. En 1991, la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) a classifié l'exposition aux radiations cosmiques pour les équipages aériens en tant que risque d'exposition professionnelle, et limité cette exposition à 20 mSv par an (moyenne sur une période de 5 ans). De plus, une évaluation individuelle est exigée pour les individus dont l'exposition est supérieure à 6 mSv.

<sup>1</sup> : Le débit de dose moyen (dose reçue par heure) sur un vol est indiqué dans les cercles en millionnièmes de sieverts par heure (μSv/h). La dose totale (encadrée en bleu) est donnée en mSv, Dans le cas de l'aller-retour Paris-New York, le vol était en Concorde.

Il a pu être calculé qu'un pilote ou un autre membre d'équipage soumis à une exposition professionnelle de 3 mSv par an pendant 45 ans est soumis à un risque accru de 0,45% de mourir d'un cancer. Il faut noter que parallèlement, d'après les chiffres de l'Institut National de la Santé de la Recherche Médicale (INSERM), le risque de décès par cancer en France dans la population générale est d'environ 30% en 2009. Ce risque additionnel est donc faible. Certaines études suggèrent un risque accru de mélanome malin, de cancers de la peau, de leucémie myéloïde aigüe parmi l'équipage technique (pilotes), de mélanome malin et de cancers du sein parmi le personnel de cabine (hôtesses et stewards). Cependant il est difficile d'affirmer qu'il s'agit d'un risque uniquement professionnel puisque ces études ne prennent pas en compte d'autres facteurs tels que les prédispositions génétiques ou le mode de vie.

Une autre étude a montré une légère augmentation d'anomalies génétiques chez les enfants de pilotes (de sexe masculins ou féminins) exposés à des niveaux accrus de rayonnements cosmiques pendant leur carrière. L'augmentation de risque a été estimée à 1 pour 1000, pour 20 années de vol.

#### *c) Exposition des passagers*

Pour les voyageurs occasionnels, l'exposition aux rayonnements cosmiques est très faible. Les risques liés à cette exposition pourraient être significatifs pour les personnes se déplaçant très régulièrement en voyage d'affaire, et dont le temps de présence à bord serait proche de celle d'un membre du personnel navigant. Pour atteindre la dose d'exposition de 1 mSv qui représente le seuil de surveillance des équipages pour le Conseil de l'Union Européenne, il faudrait qu'un passager effectue 14 allers-retours Paris-New York dans l'année.

#### ■ Cas particulier des femmes enceintes (21)

Il existerait un risque sur le développement du fœtus. En effet, dans les premiers jours de conception, le fœtus est particulièrement radiosensible. Le risque de dommage dépend du stade de développement au moment de l'exposition ainsi que de la quantité de rayonnement. L'exposition de l'enfant à naître doit rester inférieure à 1 mSv.

### 3. Qualité de l'air en cabine (6)

Il ne faut pas juste pressuriser la cabine pour le confort des passagers, il faut également s'assurer de la qualité de l'air de cette dernière. En effet plusieurs centaines de passagers s'y trouvant, il faut éliminer de la cabine tout contaminants qui pourraient s'y trouver. Parmi les contaminants potentiellement présents, il est retrouvé le monoxyde de carbone CO, le dioxyde de carbone CO<sub>2</sub>, l'ozone O<sub>3</sub>, insecticides, bactéries, champignons, virus. Les avions actuels comportent 2 types de système de ventilation : l'un qui fournit l'air frais et l'autre qui fournit l'air recyclé qui passe à travers un filtre à particules HEPA (Haute Efficacité Particules). Il y aura donc 50% d'air frais, qui sera ajouté à 50% d'air recyclé.

La pressurisation, ainsi que la ventilation de la cabine entraînent une diminution du degré hygrométrique de l'air qui correspond à la saturation de l'air en vapeur d'eau. Le degré hygrométrique varie dans l'environnement entre 7 % et 95 % en fonction des climats et diminue au fur et à mesure que la température de l'air diminue (plus l'air est froid, moins il contient de vapeur d'eau). Plus on monte en altitude, plus la température diminue et plus le taux d'hygrométrie de l'air diminue, jusqu'à être totalement sec au-delà de 10 000 m. Pour maintenir une pression appropriée en cabine, l'air extérieur est comprimé par les réacteurs et transféré dans la cabine. Il est chauffé et conditionné avant d'entrer dans la cabine. Ce processus assèche l'air. Dans un avion l'humidité de la cabine se trouve aux alentours de 10 à 20% (l'humidité à la maison est normalement de plus de 30%).

Il en résulte en cabine une sécheresse des muqueuses du nez, de la gorge et des yeux, voire même de la peau. Cette déshydratation contribue à une diminution des urines émises par 24 heures entraînant des coliques néphrétiques. Pour toutes ces raisons, les risques de rhinites, de rhinopharyngites, de conjonctivites et de coliques néphrétiques sont majorés.

Conséquence pratique, il est nécessaire de compenser la perte de liquide. Il faut donc boire un litre d'eau non gazeuse par tranche de 4 heures de vol. De plus, cette gêne est atténuée en s'enduisant d'une lotion hydratante, en utilisant une solution saline pour pulvérisation nasale afin d'humidifier les voies nasales et en portant des lunettes à la place des verres de contact.

#### 4. Diminution de température

Les masses d'air s'échauffent par contact et frottements avec la surface terrestre. Plus elles s'éloignent de la terre, plus elles se refroidissent. La température décroît avec l'altitude de 6,5°C par 1 000 m. Cette diminution est appelée gradient thermique adiabatique, dû à l'influence de la pression atmosphérique sur la température : l'air se dilate avec l'altitude pour conserver le même volume. Du point de vue thermodynamique, une détente engendre une diminution de température.

Cette diminution est régulière jusqu'à la tropopause (environ 10 000 m / 33 000 ft). Ensuite la température se stabilise à -56,5°C jusqu'à 20 000 m (65 000 ft). Ainsi dans les régions tempérées, la température est d'environ -50°C à une altitude de vol de 10 000 m. Pour des raisons de coût, il est très difficile de réchauffer beaucoup l'avion et la température cabine peut être assez fraîche. En moyenne, elle est de 23°C, mais ceci est très variable selon les compagnies et en fonction de la sensation de confort désirée par l'équipage. De plus, elle varie parfois pendant le vol et il est possible de demander à l'équipage de modifier la température. Attention le changement de température n'est pas immédiat, il prend entre 15 et 20 minutes.

Il est important au vu de la température variable de la cabine d'avion de prévoir une couche de vêtements supplémentaires, même si lors des longs courriers une couverture est distribuée par les compagnies aériennes. En effet, de nombreuses laryngites et rhinopharyngites sont observées au retour de vacances de zones chaudes et humides. En effet, généralement, les passagers montent souvent dans l'avion peu vêtus.

A noter que sur les avions moyen-courriers, type Airbus A320, l'air frais provient des aérateurs au-dessus des coffres à bagages et des hublots. Les personnes frileuses devront plutôt préférer des sièges situés au centre de l'avion. Concernant les longs courriers, la climatisation est mieux répartie tout au long de l'avion.

## II- Incidents et évènements les plus courants en vol

### A. Thrombose veineuse profonde (5)(11)(22)(23)(24)(25)

Les passagers sont exposés à un environnement particulier au cours d'un voyage aérien long-courrier qui peut potentialiser les facteurs de risque individuels pour le développement de la TVP (Thrombose Veineuse Profonde). En effet, la station assise prolongée, l'immobilité, ainsi que le faible espace pour les jambes dans les avions peuvent entraîner la survenue d'une TVP.

La relation entre TVP et immobilisation a été faite en 1940 par Simpson, avec une augmentation considérable de morts subites par embolie pulmonaire (EP) due à un maintien forcé en position assise dans des abris antiaériens de la seconde guerre mondiale. Lors de longs vols aériens (ou tout autre type de transport dont la durée excède 6h), la station assise prolongée provoque un ralentissement du retour veineux avec la disparition, à la fois de l'activation de la pompe musculaire du mollet et de l'écrasement de la semelle veineuse plantaire. Ce phénomène est dénommé stase veineuse et entraîne une accumulation de sang dans les jambes, une compression et une raideur des mollets ainsi qu'un gonflement des chevilles et des mollets. La stase veineuse est aussi associée avec un risque accru de formation de thrombus veineux, communément appelés caillots sanguins. Ce phénomène est aggravé si les jambes sont croisées. Par ailleurs, la position assise entraîne aussi une hyperpression abdominale qui favorise la gêne au retour veineux. Les modifications de pression et l'hypoxie en avion jouent également un rôle dans la survenue de la TVP.

La TVP est une situation à prendre au sérieux. En effet, si un caillot se détache et se déplace vers les poumons, une EP survient. A noter que l'EP directement associée au voyage aérien est rare. Cependant, quand cela se produit, il peut s'agir d'un événement clinique grave avec une morbidité et une mortalité importantes dues à un arrêt cardiorespiratoire. La TVP avec l'EP sont regroupées sous le terme de maladies thrombo-emboliques veineuses (MTEV).

La TVP survenant en vol ou post vol (elle peut survenir plusieurs jours ou semaines après) était auparavant appelée à tort syndrome de classe économique. Ceci pouvait porter à confusion et être interprété comme n'atteignant pas les passagers voyageant en première

classe. Dorénavant, le terme utilisé est thrombose du voyageur, soulignant ainsi le fait que cette pathologie peut affecter tous types de voyageurs (passagers de première classe, classe économique, mais aussi dans les voitures ou train). L'association entre voyage et thrombose veineuse profonde a été rapportée pour la première fois en 1954 par Homans. Il avait relevé 4 cas dont un médecin qui présenta une TVP après un voyage de 14h. Le risque absolu de TVP par vol de plus de quatre heures, dans une cohorte d'individus en bonne santé, est de 1 sur 6000 (étude WRIGHT).

## 1. Physiopathologie

Selon la triade décrite par Virchow en 1856, 3 facteurs concourent à la formation d'un thrombus. La présence d'au moins un des trois éléments de la triade est nécessaire à la formation d'un thrombus veineux :

- la stase veineuse : elle peut être entraînée par différentes situations comme l'immobilisation (plâtre, station assise prolongée, alitement,...), lors de cancer, de grossesse et enfin en cas d'insuffisance veineuse (l'élasticité veineuse diminue et les valvules deviennent inefficaces). Elle correspond à une accumulation des éléments figurés du sang au niveau des valvules ;
- l'altération de la paroi vasculaire : cette altération peut provenir de traumatismes divers tels que cathéter veineux central, chirurgie ou processus de cancérisation, ou encore compression sur une surface ;
- état d'hypercoagulabilité : certains troubles, comme le cancer ou certains dysfonctionnements de la coagulation du sang, entraînent la formation de caillots. De plus, certains médicaments, dont les contraceptifs oraux, l'œstrogénothérapie, (comme le tamoxifène et le raloxifène), peuvent favoriser cette formation de caillots. Le tabagisme est aussi un facteur de risque important. Le sang coagule plus facilement après une grossesse ou une intervention chirurgicale. Chez les personnes âgées, une déshydratation favorise souvent la coagulation du sang et peut donc contribuer à une thrombose veineuse profonde.

## 2. Facteurs de risques de la TVP

### a) *Facteurs liés au vol et à l'environnement de la cabine*

Comme vu précédemment, la durée du vol va influencer sur le risque de TVP. De plus l'environnement de la cabine aura un rôle aussi dans la survenue de la TVP. L'exiguïté en classe économique empêche le passager de bouger, de s'étendre. L'espace en classe affaire et première classe permet, quant à lui, aux passagers d'être plus libres dans leurs mouvements, bien que, généralement, ces personnes travaillent et peuvent rester plusieurs heures assis. De plus, la situation du siège dans l'avion est liée à la fréquence de survenue de TVP. Les sièges près des hublots, et les sièges du milieu ne permettent pas autant d'aisance que les sièges situés à proximité du couloir et des issues de secours.

La faible hygrométrie de l'air comme vu précédemment entraîne une tendance à la déshydratation et à une augmentation de la viscosité du sang qui prédisposent à la formation d'un thrombus. Enfin, la diminution de la pression partielle en oxygène va jouer un rôle sur la coagulation.

### b) *Facteurs liés aux passagers*

La fréquence de survenue des TVP est supérieure chez les passagers ayant plus de 40 ans. Le risque augmente avec l'âge et devient particulièrement élevé chez les personnes âgées. Aussi, il est retrouvé une augmentation de TVP chez les personnes de plus de 1,90 m et de moins de 1,60 m ainsi que chez les passagers en surpoids. D'autres facteurs liés à l'état de santé du passager contribuent également au risque de TVP :

- antécédents de thrombose veineuse ou d'EP (chez le sujet ou chez un parent proche) ;
- varices ;
- intervention chirurgicale récente concernant notamment l'abdomen, le bassin ou les jambes, ou tout autre chirurgie majeure récente ;
- anomalies de coagulation ;
- maladies cardiovasculaires (par exemple insuffisance cardiaque) ;

- cancer : 90 % des patients cancéreux présenteront des anomalies de l'hémostase avec une hypercoagulabilité permanente, le risque thromboembolique est multiplié par 4 chez une personne atteinte d'un cancer ;
- immobilisation prolongée récente (plâtre) ;
- tabagisme ;
- absorption d'alcool ;
- grossesse ;
- déshydratation sévère.

*c) Facteurs liés aux médicaments*

La prise de certains médicaments peut être un facteur de risque environnemental :

- thérapie hormonale oestrogénique, y compris les contraceptifs oraux ;
- les hypnotiques dont la prise dans le but de dormir pendant tout le vol est fortement déconseillé car empêchant toute mobilité durant le vol ;
- antipsychotiques.

Pour toutes ces personnes présentant des facteurs de risque, il est recommandé qu'elles consultent leur médecin traitant avant d'effectuer un voyage pour une durée de plus de 4h.

### 3. Mesures préventives

Au comptoir, les pharmaciens peuvent donner quelques conseils pour préparer au mieux le voyage. Pour des temps de vol inférieurs à 6h, voici une liste de mesures préventives à suivre pour des passagers étant, ou non, des sujets à risques :

- porter des vêtements amples et confortables ;
- s'hydrater régulièrement au cours du vol, boire de l'eau abondamment et toutes les heures (environ 1l pour 6 heures) ;
- préférer l'eau plate aux boissons gazeuses qui seront source de ballonnements ;
- éviter tout excitant comme l'alcool, le café, le thé qui ont un effet vasodilatateur et diurétique et donc accentuent le stress, la déshydratation ;
- ne rien placer sous le siège devant soi, pour plus d'espace pour les jambes, éviter de croiser les jambes ;

- s'étirer, bouger fréquemment les jambes, se déplacer dans l'avion et suivre les programmes d'exercices proposés en cours de vol, réalisables sans quitter sa place (contraction et petits massages des mollets, mobilisation des pieds, tendre ses pieds, étirer les orteils vers le haut et garder les talons au sol). Ces exercices permettent de favoriser la circulation du sang et ainsi de diminuer la sensation de jambes lourdes et de risque de TVP. Ils sont à répéter plusieurs fois durant le vol ;
- les veinotoniques peuvent également être conseillés pour diminuer la sensation de jambes lourdes et les œdèmes. Ils agissent en augmentant le tonus veineux et la résistance capillaire des vaisseaux sanguins, et en diminuant la perméabilité capillaire. Les veinotoniques par voie orale les plus courants sont Daflon<sup>®</sup>, Diosmine<sup>®</sup>, Esberiven fort<sup>®</sup>, Ginkor fort<sup>®</sup>, Endotelon<sup>®</sup>. Il est possible également d'appliquer localement des topiques contenant des substances veinotoniques tels que : Cyclo 3<sup>®</sup>, Esberiben<sup>®</sup>, Ginkor<sup>®</sup>, Hirucrème<sup>®</sup>.

D'autres mesures plus importantes sont destinées aux passagers étant des sujets à risques avec des antécédents de TVP récente ou récidivante ou pour des temps de vol supérieurs à 6h. Elles sont à appliquer en plus des précédentes :

- éviter de dormir pendant de trop longues périodes ;
- préférer un siège à côté du couloir ;
- consulter le médecin s'il y a une maladie sous-jacente (chirurgie, cancer, trouble de la coagulation sanguine ou thrombose veineuse profonde) ;
- la présence d'au moins un facteur de risque de thrombose justifie le port d'une contention élastique (mi-cuisse plus confortable que sous le genou) de classe 2 (pression à la cheville de 15 à 30 mmHg), pour tous les voyages de plus de 6 heures ; cette mesure devrait même concerner tous les voyageurs qui ne déambulent pas régulièrement à bord ;
- injection prophylactique 2 à 4h avant le vol d'héparine de bas poids moléculaire (HBPM). Les HBPM sont des inhibiteurs des facteurs de la coagulation Xa et IIa de la cascade de coagulation. Les HBPM sont à conserver à température ambiante et l'injection peut être réalisée par le patient une fois éduqué à cette dernière. L'injection doit être faite assis ou couché, dans le ventre ou les cuisses après avoir désinfecté le site d'injection à l'alcool de manière perpendiculaire dans un pli cutané réalisé entre le pouce et l'index. Il ne faut pas masser la zone une fois l'injection réalisée.

Il est également possible d'avoir des agents antiplaquettaires et de la warfarine pour la prophylaxie de la TVP.

#### 4. Traitement d'une TVP

Le traitement de référence pour traiter ou prévenir une TVP est l'anticoagulation. Attention, tous les anticoagulants exposent au risque hémorragique qui impose donc le respect des posologies, des durées de traitement, la vérification de l'absence de contre-indications et d'interactions médicamenteuses.

##### *a) Héparines*

Sont regroupées sous le terme d'héparine les héparines non fractionnées (HNF) et les HBPM. Les héparines nécessitent une administration parentérale en raison d'une mauvaise biodisponibilité per os. Elles sont administrées par voie sous-cutanée (SC), sauf l'HNF sodique (voie IV) et ont une action immédiate. Elles ne doivent pas être administrées par voie intramusculaire en raison du risque hémorragique.

##### *i. Héparines de bas poids moléculaire*

Les HBPM sont commercialisées sous plusieurs noms : daltéparine sodique (Fragmine<sup>®</sup>), nadroparine calcique (Fraxiparine<sup>®</sup>, Fraxodi<sup>®</sup>), enoxaparine sodique (Lovenox<sup>®</sup>) et tinzaparine sodique (Innohep<sup>®</sup>). Elles sont le traitement de choix des TVP car elles présentent plusieurs avantages : elles sont au moins aussi efficaces que les HNF, plus faciles d'utilisation en raison de leur administration à doses fixes (1 ou 2 fois par jour en raison de la longue  $\frac{1}{2}$  vie), il y a moins de risque hémorragique, moins de survenue de thrombopénie induite à l'héparine (TIH) et il n'est pas nécessaire de suivre l'hémostase systématiquement. Cependant, une évaluation de la fonction rénale à l'initiation et en cours de traitement sera nécessaire car les HBPM comportent un risque de surdosage en cas d'insuffisance rénale.

ii. Héparines non fractionnées

Compte tenu du risque de surdosage en cas d'insuffisance rénale avec les HBPM, les HNF, représentés par l'héparine calcique (Calciparine<sup>®</sup>) et l'héparine sodique (Héparine Choay<sup>®</sup>) seront utilisées. La calciparine est injectée par voie SC, 2 ou 3 fois par jour étant donné que sa demi-vie est très courte ou par voie IV. L'héparine choay est quant à elle administrée en bolus ou en injection continue. La mesure quotidienne du temps de céphaline activée (TCA) ou de l'activité anti-Xa est nécessaire afin d'avoir une surveillance biologique et d'ajuster les doses injectées en raison de la variabilité de la réponse inter et intra-individuelle.

iii. Fondaparinux

Le fondaparinux (Arixtra<sup>®</sup>) est proche des HBPM. Il est aussi efficace et sûr que les HBPM ou l'HNF. Son activité antithrombotique est le résultat de l'inhibition sélective du facteur Xa par l'antithrombine III. Il est administré 1 fois par jour par voie SC. Tout comme les HBPM, il nécessite une surveillance de la fonction rénale à l'initiation et en cours de traitement. Le risque de TIH étant très faible, aucune surveillance plaquettaire n'est nécessaire.

*b) Antivitamine K (AVK)*

Les antivitamines K sont répertoriées en 2 groupes : les dérivés coumariniques (warfarine, i.e. coumadine<sup>®</sup> et acénocoumarol, i.e. sintron<sup>®</sup>, mini sintron<sup>®</sup>) et les dérivés de l'indanedione (fluindione = previscan<sup>®</sup>). Leur délai d'action est de 72 heures en moyenne. Ils ne sont donc pas utilisables en urgence mais en relais d'un autre anticoagulant, généralement une HNF ou une HBPM. Une surveillance biologique rigoureuse de l'International Normalized Ratio (INR) sera nécessaire suite à la marge thérapeutique étroite et la grande variabilité de la réponse thérapeutique. Ce paramètre doit être compris entre 2 et 3. Lorsqu'il est inférieur à 2, cela signifie que l'anticoagulation est insuffisante alors qu'un INR supérieur à 3 traduit un excès d'anticoagulation. Le traitement par HBPM ou HNF peut être arrêté lorsque deux INR consécutifs sont entre 2 et 3. L'effet indésirable le plus fréquent des AVK est la survenue

d'évènements hémorragiques (gingivorragies, épistaxis, etc.). Le traitement par AVK doit être poursuivi entre 2 et 12 mois selon les facteurs de risque de récurrence.

*c) Anticoagulants oraux directs (AOD)*

Les AOD sont représentés par apixaban (Eliquis<sup>®</sup>), dabigatran (Pradaxa<sup>®</sup>), rivaroxaban (Xarelto<sup>®</sup>) mais seul le Xarelto<sup>®</sup> est indiqué dans le traitement de la TVP. C'est un inhibiteur sélectif du facteur Xa. Leur mécanisme d'action rapide (entre 2 et 4 heures) permet de les utiliser dès la phase initiale du traitement. L'avantage des AOD est qu'ils ne nécessitent pas de surveillance biologique. La posologie usuelle du Xarelto<sup>®</sup> est d'un comprimé dosé à 15 mg deux fois par jour pendant 21 jours, puis un comprimé dosé à 20 mg par jour.

## 5. Embolie pulmonaire

Le caillot sanguin formé dans une veine profonde peut parfois se détacher et migrer jusque dans les poumons où il se loge dans un vaisseau, obstruant le flux sanguin vers une partie du poumon. Cette obstruction est appelée EP. Les conséquences d'une EP dépendent de la taille et du nombre d'embolies. Un embolie pulmonaire de grande taille peut obstruer totalement, ou presque, le sang qui s'écoule du cœur droit vers les poumons. Ceci entraîne une faible pression artérielle, de faibles taux en oxygène et provoque rapidement la mort. Un embolie peut passer dans la circulation artérielle et obstruer une artère dans une autre partie du corps, comme le cerveau, où il provoquera un accident vasculaire cérébral.

## B. Maladies de décompression(5)(7)(26)

La maladie de décompression, encore appelée aéroembolisme, est caractérisée par la formation de bulles gazeuses dans le corps humain après des variations de pression. Ces variations de pressions peuvent être retrouvées dans l'aviation, et, à plus forte amplitude, en plongée sous-marine, d'où un plus grand nombre d'accidents de décompression en plongée sous-marine malgré l'importance d'observer des paliers de décompression.

## 1. Physiopathologie

A l'état physiologique 1,5 L d'azote est retrouvé à l'état dissous dans le corps, soit dans le sang transporté par les globules rouges, soit dans le tissu adipeux. Si la vitesse de montée est trop rapide ou si la pression diminue trop rapidement, les tissus corporels vont être sursaturés en azote inerte. L'azote superflu est alors dirigé vers les poumons où il est éliminé au cours de la respiration. Mais si l'azote dilué dépasse le coefficient de solubilité, la solubilité du gaz ne pourra donc être assurée aboutissant à un phénomène de sursaturation. L'azote reprend son état gazeux (loi de Henry) sous forme de micro puis macro bulles.

A noter que ce n'est pas la baisse de la pression en soit qui entraîne une maladie de décompression, mais plutôt le fait qu'elle a lieu sur un court laps de temps. Une diminution lente de la pression sera bien tolérée étant donné que l'azote sera éliminé lors de la respiration.

En pratique, la maladie d'aéroembolie n'apparaît pas en dessous de 7000 m. Certains critères peuvent toutefois aggraver le risque :

- la vitesse de montée ;
- le temps passé en altitude ;
- la température ambiante ;
- l'état de saturation en azote dans l'organisme avant le départ. Les personnes en surpoids seront prédisposées aux accidents de décompressions car l'azote dissout dans la graisse met beaucoup plus de temps à s'éliminer ;
- la plongée sous-marine dans les jours précédents ;
- le régime alimentaire : le risque augmente avec la consommation de sucre mais sera diminué par les protéines.

### *a) Symptômes*

Les symptômes de la maladie de décompression seront regroupés en deux catégories : type I et type II.

Le type I regroupe les douleurs articulaires, musculaires ainsi que les manifestations cutanées (démangeaisons, plaque d'urticaire, fourmillements) touchant principalement le tronc. Ces

symptômes sont entraînés par les bulles se trouvant dans les capsules articulaires, les ligaments, les tendons, les aponévroses, les muscles et la peau. Le type II regroupe quant à lui des troubles neurologiques (névralgies, céphalées, troubles visuels, etc.) et des troubles respiratoires (douleur thoracique, toux sèche, gêne et difficulté respiratoire, etc.).

#### *b) Traitement*

Le traitement de la maladie de décompression repose sur l'administration de 100% d'oxygène et l'économie de l'activité corporelle jusqu'à disparition des symptômes. Si les symptômes persistent, le patient sera placé dans une chambre hyperbare. Plus les symptômes seront pris à temps, plus le pronostic sera bon.

## 2. Décompression

Si les risques d'hypoxie et de maladie d'aéroembolisme sont évités dans la majorité des cas, c'est grâce à la pressurisation de la cabine. Néanmoins, des accidents de dépressurisation de la cabine peuvent survenir avec des conséquences dramatiques. Une décompression correspond à une augmentation plus ou moins rapide de l'altitude en cabine et donc une baisse de la pression à l'intérieur de celle-ci. Deux types de décompression peuvent survenir : les lentes et les explosives.

#### *a) La décompression lente*

Un souci d'étanchéité au niveau d'une porte ou une défaillance du système de pressurisation de l'appareil peuvent entraîner une décompression lente. De l'air s'échappe alors de la cabine, et au fur et à mesure que « l'altitude cabine » va augmenter, l'oxygène va se faire de plus en plus rare. Dès que « l'altitude cabine » atteint les 4500 m, les masques à oxygène tombent automatiquement.

#### *b) La décompression explosive*

Bien que rare, la décompression explosive reste un risque encouru par les passagers d'un avion en vol. Il s'agit d'un phénomène bien plus violent que ceux mentionnés précédemment

qui correspond à une dépressurisation rapide de la cabine. Cela se produit en moins d'une seconde et suit un arrachage d'un élément de la structure de l'avion, une explosion due à une bombe, etc. En cas de décompression en vol, l'air situé dans la cabine se déplace très rapidement, provoquant ainsi diverses collisions (aussi bien entre humains qu'avec des éléments structuraux internes) ou encore l'éjection de passagers à l'extérieur de la cabine. En cas de dépressurisation très rapide de moins d'une demie seconde, aucune des compensations précédemment mentionnées (Cf. partie 1) n'a le temps de se produire et de graves troubles s'en suivront. Une telle rapidité reste cependant exceptionnelle dans le cas des avions de ligne. En cas d'une dépressurisation plus lente, i.e. plus de 0,5 seconde, les différentes compensations ne pourront cependant pas éviter les barotraumatismes des oreilles et des sinus détaillés en partie I-.

La pression dans la cabine étant basse, une surpression pulmonaire devient, en cas de décompression explosive, un risque majeur pour les passagers. Cela est dû à une expansion brutale des gaz contenus dans les poumons et à leur évacuation à une vitesse inférieure à celle de la vidange de la cabine. Un autre risque associé à une telle décompression est l'hypoxie, qui s'avère être le risque le plus lourd de conséquence pour les passagers. Il s'agit de la raison pour laquelle les passagers doivent être très rapidement alimentés en oxygène en utilisant les masques à oxygène qui tombent automatiquement en cas de dépressurisation de la cabine. En cas de non prise d'oxygène, une perte de conscience suivie d'une syncope cardio-respiratoire et d'un coma est possible.

### C. Effets liés aux turbulences

En vol, un avion peut rencontrer des états d'instabilité de l'air qui ont plusieurs origines. Ainsi, des turbulences peuvent survenir lorsque deux masses d'air de températures différentes se rencontrent et se mélangent, ou alors en cas de vents au niveau de relief (par exemple au-dessus de l'Himalaya). Généralement, lors de turbulences l'appareil peut descendre de quelques dizaines de mètres tout au plus : c'est ce que les passagers ont pour l'habitude d'appeler « trou d'air ». Or, les « trous d'air » à proprement parler n'existent pas. Il s'agit d'une différence de pression atmosphérique due à des courants ascendants et descendants. Dans la majorité des cas, les turbulences se manifestent par des vibrations et secousses dans la cabine pressurisée et entraîne simplement une sensation désagréable pour

les passagers. Ce bref instant n'a aucune conséquence sur le vol en soit mais peut entraîner des désagréments sur le personnel et les passagers tel que le mal de l'air, des fractures ou encore des traumatismes divers.

## 1. Mal de l'air (7)(27)(28)

En bateau, en avion ou en voiture, personne n'est à l'abri du mal des transports. Un marin peut avoir le mal de mer, tout comme un pilote peut avoir le mal de l'air. Généralement sans gravité, ce malaise peut gêner la vie de ceux qui y sont très sensibles.

### *a) Physiopathologie*

Le mal de l'air, encore appelé « aérocinétose », est dû à un déséquilibre neurovégétatif qui entraîne le plus souvent des vertiges et des troubles digestifs. Notre système de l'équilibre est géré, comme mentionné en partie I, par l'oreille interne, mais également par la vision, le cervelet et la sensibilité des pieds. C'est l'ensemble de ces informations qui nous permettent de tenir debout. La cinétose survient donc quand les informations entre la vue, l'oreille interne et la proprioception sont divergentes : c'est ce qu'y est appelé la théorie du conflit d'information.

### *b) Les symptômes*

Le mal de l'air évolue dans le temps en trois phases successives : la phase prodromique, la phase vagale et la troisième phase.

#### i. Phase prodromique

Cette phase est caractérisée par un simple malaise avec sensation de mal être, pâleur, assoupissement, diminution de la vigilance, angoisse, et immobilité du regard.

ii. Phase vagale

Cette phase est caractérisée par une sueur, pâleur extrême, augmentation de la salivation, ainsi qu'un rythme cardiaque ralenti et une tension basse. D'autres signes, comme notamment des signes digestifs tels que nausées et vomissements apparaissent.

iii. Troisième phase

Cette phase n'est pas retrouvée chez toutes les personnes. Elle correspond à l'aggravation des phases précédentes avec des nausées de plus en plus violentes aboutissant au vomissement libérateur. Les vomissements se succèdent et conduisent à un certain degré d'épuisement. Il peut y avoir une perte de connaissance brutale, une hypoglycémie et hypotension.

*c) Les facteurs aggravants*

i. Facteurs individuels

Les enfants entre 3 et 12 ans, les personnes de plus de 60 ans ainsi que les femmes sont plus sensibles au mal de l'air. De plus, les passagers plus fragiles, fatigués, sont plus sensibles que les passagers reposés.

ii. Facteurs environnementaux

Les risques de cinétose sont augmentés par les turbulences, ainsi que par les mauvaises odeurs, en particulier celles des vomissements ou du kérosène. La température trop élevée de la cabine confinée est un facteur favorisant ainsi que les vols qui ont lieu dans l'après-midi.

*d) Conseils à suivre*

Il est conseillé aux passagers d'éviter tout repas copieux, ainsi que d'éviter de consommer de l'alcool au cours du vol ou dans les 24h précédentes. Un siège au milieu de la cabine, proche du centre de gravité où les mouvements sont moins prononcés est à envisager pour les

personnes les plus sensibles ainsi qu'un sac en papier à porter de main en cas de nausée. Il faut s'abstenir de lire, de jouer à un jeu vidéo ou de regarder un film. A l'inverse, il est conseillé de plutôt regarder l'horizon par le hublot ou de fermer les yeux tout en écoutant de la musique pour se distraire et éviter de penser au voyage.

#### *e) Traitements antinaupathiques*

Plusieurs traitements existent pour palier au mal de l'air : allopathie, homéopathie, phytothérapie, aromathérapie. Ils seront soit utilisés en préventif ou en curatifs. Le vomissement est un processus réflexe qui est contrôlé par le centre du vomissement au niveau du système nerveux central. De nombreux neuromédiateurs sont impliqués dans ce processus : acétylcholine, histamine, etc., ce qui expliquera le choix des traitements :

- antihistaminiques H1 ;
- anticholinergiques antimuscariniques : scopolamine.

#### *i. Les antihistaminiques*

Les antihistaminiques sont classés en deux classes avec les antihistaminiques de 1<sup>ère</sup> et de 2<sup>ème</sup> génération. Les antihistaminiques de 1<sup>ère</sup> génération passeront plus facilement la barrière hémato encéphalique (BHE) et présenteront notamment des effets sédatifs et des effets anticholinergiques comparativement aux antihistaminiques de 2<sup>ème</sup> génération. Les antihistaminiques utilisés dans le mal des transports sont ceux de la 1<sup>ère</sup> génération car ils doivent passer la BHE pour exercer une action sur le centre du vomissement. Différentes molécules sont utilisées : Nautamine<sup>®</sup> (diphenhydramine), Mercalm<sup>®</sup> et Nausicalm<sup>®</sup> (dimenhydrinate), Agyrax<sup>®</sup> (méclozine) (Tableau 2).

Des effets indésirables communs à tous les antihistaminiques de 1<sup>ère</sup> génération sont retrouvés tels que la sédation et des effets atropiniques à type de bouche sèche, constipation, rétention urinaire, mydriase, tachycardie. Ils sont contre indiqués en cas de risque de glaucome par fermeture d'angle ou de troubles uréthro-prostatiques.

Tableau 2: Les différents antihistaminiques antinaupathiques(27)

DCI et composition	Spécialités	Posologie	
		Enfant	Adulte
Diphenhydramine 90 mg (comprimés sécables)	Nautamine ®	30 min avant le départ (1 fois/6h) 2 à 6 ans : $\frac{1}{2}$ cp par prise, à écraser (max. 2 cp/j) 6 à 12 ans : 1 cp par prise (max. 4 cp/j)	30 min avant le départ (1 fois/6h) A partir de 12 ans : 1 à 1 $\frac{1}{2}$ cp/prise (max. 6cp/j)
Dimenhydrinate 50mg Caféine 10 mg (comprimés sécables)	Mercalm ®	30 min avant le départ (1 fois/6h, max. 3/j) 6 à 15 ans : $\frac{1}{2}$ à 1 cp par prise écrasé ou dilué (max. 3 cp/j)	30 min avant le départ (1 fois/6h) A partir de 15 ans : 1 à 2 cp/ prise (max. 6cp/j)
Dimenhydrinate Gélules 50mg Sirop 15,7mg/cc et 47,2 mg/cs	Nausicalm ®	30 min avant le départ (toutes les 6 à 8 h) 2 à 5 ans : $\frac{1}{2}$ à 1 cp/prise (max. 75 mg soit 5 cc) 6 à 15 ans : 1 à 2 cc (max. 150 mg i.e. 10 cc)	30 min avant le départ (toutes les 6 à 8 h) A partir de 15 ans : 1 à 2 gél/prise (max. 400 mg i.e 8 gél/24h) OU 1 à 2 cs
Méclozine 25mg	Agyrax ® (liste II)	1 heure avant le départ Pas d'indication chez l'enfant	1 heure avant le départ A partir de 15 ans : 1 à 4 cp/j

ii. Anticholinergique

L'anticholinergique utilisé est Scopoderm TTS® (scopolamine). C'est un parasympatholytique de type atropinique qui agit comme un antagoniste compétitif de l'acétylcholine. L'administration de ce médicament empêche la stimulation du centre de vomissement au niveau du système nerveux central.

Compte tenu de ses effets indésirables dose dépendants (sédation excessive, agitation, hallucinations, sécheresse de la bouche), son utilisation se fait par voie transdermique et non per os. Le patch se place derrière l'oreille entre 6 et 12h avant le départ (délai d'action 6 à 8h), et délivre 1,0 mg de scopolamine sur 72h. Il est réservé à l'adulte à partir de 15 ans et est contre indiqué en cas d'adénome de la prostate et de glaucome à angle fermé. Il est déconseillé chez la femme enceinte et chez la personne âgée (risque de confusion et d'hallucinations visuelles). Les effets indésirables sont sédation, confusion, vertiges, troubles de la mémoire, incapacité de concentration.

iii. Homéopathie

L'utilisation de l'homéopathie dans la prévention et le traitement des cinétoses constitue une alternative intéressante concernant les enfants, les femmes enceintes et allaitantes, les personnes âgées et les personnes à risque de glaucome à angle fermé, ou de troubles uréthro prostatique. L'homéopathie présente aussi l'avantage de ne pas entraîner d'effets indésirables

comme la somnolence, et de ne pas interagir avec les autres thérapeutiques. Différentes souches seront utilisées selon les symptômes :

- *Cocculus indicus* : indiqué lors de vertiges, nausées, vomissements aggravés par le mouvement, le froid, le bruit, les odeurs fortes, et améliorés par la chaleur et le confinement. Posologie : *Cocculus indicus* 9 CH, 5 granules 2 fois/jour en prévention et à renouveler pendant le voyage si besoin ;
- *Tabacum nitricum* : indiqué lors de vertiges avec palpitations, nausées, vomissements, pâleurs, maux de têtes aggravés par le mouvement et la chaleur et améliorés par le grand air, et en fermant les yeux. Posologie : 1 dose 30 CH avant le départ, puis 5 granules de 7 CH à renouveler selon les symptômes ;
- *Petroleum* : indiqué lors de nausées, vertiges, sensation de froid aggravée par les voyages en sens inverse de la marche et améliorée par la chaleur, le grignotage. Posologie : *Petroleum* 9CH, 5 granules avant le départ et à répéter si besoin ;
- *Borax* : souche indiquée dans le mal de l'air avec la peur des turbulences. Posologie : *Borax* 15 CH, 5 granules lors du départ et à répéter si turbulences durant le vol ;
- *Nux vomica* : indiqué lors de nausées soulagées par les vomissements et le sommeil, mais aggravées par la nourriture. Posologie : 3 à 5 granules 30 minutes avant le départ et à renouveler dès l'apparition des symptômes. ;
- *Ipeca* : indiqué lors de nausées, non soulagées par les vomissements et aggravées par le mouvement. Posologie : 3 à 5 granules 30 minutes avant le départ et à renouveler dès l'apparition des symptômes.

Ces souches sont également présentes dans des spécialités toute prêtes associées à d'autres souches (tableau 3).

Tableau 3: Spécialités homéopathiques antinaupathiques(27)

Composition	Spécialités	Posologie	
		Enfant	Adulte
Cocculus indicus 4CH Tabacum 4CH Petroleum 4CH Nux vomica 4CH	Cocculine ®  Comprimés orodispersibles, ou doses	La veille et le jour du départ	
		1 cp 3 fois/j 1 cp si symptômes	2 cp 3 fois/j 2 cp si symptômes
		1 dose la veille, 1 dose au départ, 1 dose si apparition de symptômes	
Nicotiana tabacum 3 CH Cocculus indicus 3 CH Arnica montana 3 CH Petroleum 3 CH Belladonna 3 CH Ipeca 3 CH Ignatia amata 3 CH Coca 3 CH	Tabacum composé ®  Granules	5 granules 3 fois/j, à commencer la veille du départ	
Cocculus indicus D8 Tabacum 8 DH Argentum nitricum 6 DH Sepia officinalis 6 DH Borax 4 DH Nux vomica 4 DH	Famenpax®  Comprimés	A partir de 18 mois: 1 cp à sucer toutes les 10 minutes la première heure puis espacer les prises jusqu'à amélioration des symptômes. (max. 10 cp/j)	
Cocculus indicus D8 Vinca minor D2 Zincum valerianicum D6 Nux vomica D4 Pulsatilla D4 Plumbum aceticum D8 Argentum nitricum D6 Glonoinum D4 Belladonna D4 Artemisia vulgaris D1	Cocculus Complexe n°73®  Gouttes	A partir de 2 ans (car éthanol !): 10 gouttes 2 fois/j	20 gouttes 3 fois/j

#### iv. Phytothérapie

Le gingembre est aussi beaucoup utilisé sous différentes formes dans le traitement du mal des transports. Il provient du rhizome séché et est ensuite réduit en poudre. Son mécanisme d'action est basé sur une action au niveau périphérique en augmentant le tonus ainsi que la motilité gastrique, ce qui permet d'augmenter la vitesse de la vidange gastrique. La posologie est de 1g une heure avant le départ chez l'adulte, et entre 250 et 500mg 30 min avant le départ pour les enfants entre 6 et 12 ans. Il est retrouvé dans différentes spécialités sous forme de gélules pour adultes : arkogélules gingembre, nature active gingembre, phytostandard gingembre bio, mais aussi sous forme de comprimés : C'Zen états nauséux, Nauzia Phyto. Il existe également des spécialités pédiatriques à base de gingembre sous forme de sirop : Pediakid mal des transports, Gifrer mal des transports. A noter que le gingembre peut donner des brûlures d'estomac.

v. Aromathérapie

L'aromathérapie a également une place dans la prévention et le traitement des cinétoses. Le produit odorant de composition complexe obtenue à partir d'une matière première végétale botaniquement connue est dénommé huile essentielle. Deux huiles essentielles sont principalement retrouvées dans le traitement des nausées et des vomissements : l'huile essentielle de citron et l'huile essentielle de menthe poivrée.

L'huile essentielle (HE) de citron peut être utilisée chez les enfants à partir de 7 ans à raison d'une goutte sur un support neutre (comprimé, miel, huile végétal). à laisser fondre en bouche 3 fois par jour. Chez l'adulte, la posologie est de deux gouttes sur un support neutre 3 à 4 fois par jour.

L'huile essentielle de menthe poivrée ne s'utilise qu'à partir de 15 ans (en raison de la présence de menthol) à raison d'une goutte 3 à 4 fois par jour sur un support neutre. Il est possible d'associer l'huile essentielle de citron et de menthe poivrée. La posologie est une goutte de chaque sur un support neutre 3 à 4 fois par jour à commencer 10 minutes avant le départ et à renouveler toutes les 3 heures.

Une spécialité à base d'huiles essentielles est également disponible pour traiter le mal des transports sous forme de roller : Mal des transports (PuresSENTIEL®), associant 7 huiles essentielles à quantités égales :

- HE menthe poivrée (*Mentha piperita*, Lamiacées)
- HE basilic tropical (*Ocimum basilicum*, Lamiacées)

Toutes deux indiquées en cas de spasmes gastro-intestinaux

- HE citron (*Citrus limonum*, Rutacées)
- HE gingembre (*Zingiber officinale*, Zingibéracées)

Contre les nausées/vomissements

- HE mandarine (*Citrus reticulata*, Rutacées)
- HE lavande officinale (*Lavandula officinalis*, Lamiacées)
- HE marjolaine à coquille (*Origanum majorana*, Lamiacées)

L'HE de mandarine : traitement des nausées et l'HE de lavande officinale : traitement des spasmes nerveux et digestifs.

Le roller est à appliquer sur la région des veines des poignets, des tempes et du cou, puis il faut frotter les poignets l'un contre l'autre et, par des inspirations lentes et profondes, respirer calmement les arômes des huiles essentielles libérés sur la peau. Il est à utiliser en prévention plusieurs fois dans l'heure précédant le voyage : ½ heure, ¼ d'heure et juste avant de prendre le moyen de transport et à renouveler dès l'apparition de la sensation de nausée. L'utilisation du roller se limite aux adultes et enfants de plus de 6 ans, et est contre-indiqué chez les femmes enceintes et allaitantes.

## 2. Traumatismes(12)

Lors des turbulences, les traumatismes sont fréquents. Sont recensés principalement des traumatismes fermés mineurs dus à une chute d'objets des coffres à bagages, ou une chute de personne lors d'un déplacement en cabine, ainsi que des brûlures (boissons et repas chauds).

### D. Jet lag (12)(16)(22)(29) (30)(31)

La traversée rapide de différents fuseaux horaires vers l'est ou vers l'ouest provoque une perturbation de « l'horloge biologique ». Il y aura un décalage entre le rythme circadien de l'individu, resté synchronisé sur l'heure de départ et les synchroniseurs environnementaux dans le nouveau fuseau horaire. Le voyageur se trouve face à des troubles du sommeil, de l'humeur, de la mémoire, de la vigilance dont l'intensité varie selon le nombre de fuseaux horaires traversés, la direction du déplacement et la capacité à dormir pendant le trajet. Le décalage horaire peut également entraîner une indigestion, des troubles du transit intestinal, un malaise général, des céphalées. Les symptômes liés au décalage horaire disparaissent progressivement, à mesure que le corps s'adapte à l'heure locale. Les effets du décalage horaire sont plus ressentis après un vol vers l'est que vers l'ouest.

Vers l'ouest, l'horloge interne est en avance. Une somnolence diurne sera constatée avec un endormissement précoce et un réveil précoce.

Inversement pour un voyage vers l'est l'horloge est en retard. Le voyageur peut présenter une insomnie avec difficulté d'endormissement, le sommeil se déroulant ensuite normalement. L'organisme s'adapte mieux aux voyages vers l'ouest qu'aux voyages vers l'est, c'est-à-dire à

une journée plus longue, qu'à une journée raccourcie. En effet l'horloge biologique s'adapte plus facilement à une journée supérieure à 24h qu'à une journée inférieure à 24h.

D'un individu à l'autre, la resynchronisation ne prendra pas le même temps. Pour le sujet âgé et les femmes, elle sera plus longue tandis que l'adaptation sera plus rapide pour les sujets ayant déjà effectué des voyages et connaissant les effets du jet-lag, ainsi que chez les personnes flexibles dans leurs habitudes de sommeil.

### 1. Comment limiter les effets du décalage horaire ?

Pour permettre de gérer au mieux les effets du décalage horaire, il est conseillé d'avoir une bonne hygiène de vie avant le départ : bien se reposer avant le départ afin d'éviter d'accumuler de la fatigue, prendre des repas légers, limiter la consommation d'alcool et de café qui nuisent à la qualité du sommeil.

À l'arrivée, il est nécessaire de s'acclimater à l'heure locale en ajustant immédiatement son rythme de vie et de vivre comme les locaux en respectant les heures du lever, du coucher, des repas, et d'avoir des activités sociales.

Pour les déplacements de moins de 3 jours, il n'est pas nécessaire de s'adapter à l'heure locale. Le séjour est trop bref pour permettre à l'horloge interne de se synchroniser sur un nouveau fuseau horaire.

Tableau 4 : Adaptation en fonction du décalage horaire.(32)

	<b>VOYAGE VERS L'OUEST</b>	<b>VOYAGE VERS L'EST</b>
<b>AVANT LE DEPART</b>	<p>Si possible s'adapter au rythme de vie du fuseau horaire de destination quelques jours avant le départ, aller se coucher 1 à 2h plus tard que d'habitude.</p> <p>Le jour du départ être le plus détendu que possible.</p> <p>Avoir une alimentation riche en protéines (fromage, poisson, viande, œufs, produits laitiers) qui favorisent l'éveil.</p>	<p>A l'inverse, quelques jours avant le départ, se coucher et se lever plus tôt.</p> <p>Avoir une alimentation riche en glucides (fruits, pommes de terre, pâtes, riz, yaourts) qui stimulent le besoin de sommeil.</p>
<b>PENDANT LE VOL</b>	<p>Si possible éviter de dormir pendant le vol.</p> <p>S'hydrater fréquemment en évitant alcool et caféine.</p>	<p>Contrairement à un voyage vers l'ouest, dormir dans l'avion est bénéfique pour le voyageur.</p>
<b>A L'ARRIVEE</b>	<p>S'exposer à la lumière du jour.</p> <p>Ne pas dormir avant la tombée de la nuit.</p> <p>Continuer l'alimentation protéique.</p>	<p>Préférer la pénombre à l'ensoleillement.</p> <p>Continuer l'alimentation protéique.</p> <p>Éventuellement pour faciliter le sommeil le soir, l'utilisation d'un hypnotique à demi vie courte est possible.</p>

## 2. Traitement du jet-lag

### a) La mélatonine

La mélatonine est une neuro-hormone produite et sécrétée par la glande pinéale lors de l'absence de lumière ce qui déclenche le sommeil. C'est un synchroniseur endogène puissant qui va stabiliser et réguler l'alternance du rythme veille-sommeil, mais aussi va réguler la

température interne du corps, la sécrétion de certaines hormones, ainsi que les rythmes sur le plan métabolique ou alimentaire. L'horloge interne a besoin des synchroniseurs du rythme circadien comme l'alternance de la luminosité et de l'obscurité, l'activité physique et sociale, ainsi que l'alimentation pour fonctionner.

Pour une personne qui présente une régulation circadienne « normale », le taux de mélatonine augmente considérablement vers 21h (soit environ 1 à 2h avant l'heure habituelle de l'endormissement) et le pic de libération de mélatonine sera atteint entre 2 et 4h du matin. La sécrétion diminue ensuite en deuxième partie de nuit et devient quasi indétectable pendant la journée.

La sécrétion de mélatonine varie au cours de la vie : elle diminue avec l'âge et peut même jusque disparaître chez la personne âgée.

La mélatonine apportée de manière exogène est capable d'agir comme un synchroniseur sur l'horloge biologique. En effet elle indique l'alternance jour/nuit.

Il est important de prendre la mélatonine au bon moment car elle influence la remise à l'heure de l'horloge biologique. Une administration en début de soirée, donc en début de sécrétion biologique, est la plus adéquate.

#### *b) Luminothérapie*

La luminothérapie repose sur une exposition à une lumière de forte intensité à un horaire particulier et pour une durée déterminée dépendant de chaque individu et de leur trouble. Elle agit comme un synchronisateur des rythmes circadiens, capable d'inhiber la sécrétion nocturne de mélatonine.

La luminothérapie sera utilisée en début de soirée lors de voyage vers l'ouest pour décaler l'heure du sommeil et en début de journée pour des voyages vers l'est.

#### *c) L'homéopathie*

En Amérique, au Canada, en Australie, en Chine... est vendu dans les pharmacies d'aéroport le « No jet lag ». Ce produit comporte 5 souches homéopathiques : Arnica montana, Bellis perenis, Chamomilla, Ipécacuanha, Lycopodium.

La posologie est d'un comprimé à mâcher au moment du décollage, un autre toutes les 2h pendant le vol long-courriers de jour (ou toutes les 4h si vol de nuit), puis un dernier comprimé à l'atterrissage.

#### *d) Hypnotiques*

Bien que déconseillés, les hypnotiques peuvent être utilisés occasionnellement si les troubles du sommeil sont importants, ou s'il est nécessaire de se synchroniser rapidement sur l'horaire local (pour des voyages vers l'est par exemple où le coucher précoce entraîne une difficulté d'endormissement les premières nuits).

Il est contre-indiqué de prendre un hypnotique au cours du vol afin d'éviter une thrombose veineuse profonde liée à l'immobilisation prolongée en position assise.

L'utilisation d'hypnotiques à action rapide ne devrait être faite que sous la direction d'un médecin et pour de très courtes périodes, afin d'éviter les risques de dépendance.

Les hypnotiques non benzodiazépiniques disponibles sur prescription en France sont le zopiclone (Imovane®) appartenant à la famille des cyclopyrrolones, et le zolpidem (Stilnox®) appartenant à la famille des imidazopyridines. Ils sont à demi-vies courtes, 5 à 6 heures pour le zopiclone et 2,4 heures pour le zolpidem, et induisent un sommeil proche du sommeil physiologique. Les effets indésirables existent (sommolence diurne, céphalées) mais sont rares et dépendent de la sensibilité individuelle. Il est cependant recommandé d'essayer l'hypnotique une fois avant le voyage afin de tester sa tolérance en toute sécurité.

D'autres molécules peuvent être utilisés comme les anti histaminiques H1 à effets sédatifs tels que la doxylamine (donormyl®). Disponible en pharmacie, sans ordonnance, la posologie recommandée est de 7,5mg à 30 mg 15 à 30 minutes avant l'heure du coucher dans le pays d'arrivée. Il faut cependant tenir compte des contre-indications liées aux propriétés anticholinergiques des anti-H1 (glaucome et troubles uréthro-prostatiques).

#### *e) La phytothérapie*

La phytothérapie possède également une place dans l'arsenal thérapeutique pour lutter contre les problèmes de sommeil. C'est une excellente alternative compte-tenu de son absence d'effets indésirables comme la baisse de la vigilance, une somnolence ou une accoutumance.

Les plantes médicinales ne possèdent pas d'activité sédatrice mais apportent une détente, une relaxation qui va amener l'endormissement.

Les principales plantes connues tranquillisantes, apaisantes sont aubépine, passiflore, valériane, mélisse et escholtzia, mélilot. Elles sont retrouvées en mélange dans différentes spécialités comme Euphytose®, Arkorelax®...

### 3. Traitements chroniques et jet-lag

Il est important que les personnes qui doivent prendre des médicaments selon un horaire strict (par exemple, insuline, pilule contraceptive) aillent consulter leur médecin ou un centre de médecine des voyages à ce sujet avant de partir afin de savoir comment adapter la posologie et la prise.

#### *a) Patients diabétiques*

Les personnes diabétiques insulino-dépendantes doivent ajuster leurs doses d'injection d'insuline selon leur glycémie et selon le décalage horaire (voir III.A.4).

#### *b) Patients sous anticoagulant oraux (AVK)(33)*

Selon la destination de voyage, différentes situations d'adaptation de la posologie des AVK seront possibles.

Lorsque le décalage horaire est inférieur à 8h, il n'y aura pas besoin d'envisager une modification dans la prise des AVK. Le patient prend son médicament en se calant sur les horaires locaux, en respectant la posologie et l'horaire de prise habituel.

Si, le décalage horaire est de 8 h ou plus, il est recommandé par les cardiologues d'ajuster la dose d'AVK. Cette adaptation sera différente, selon que le voyage soit à l'est ou à l'ouest.

Pour un voyage s'effectuant vers l'est, la prise précédant le décollage doit être d'une demi-dose, et le traitement sera ensuite continué normalement à l'arrivée.

Pour un trajet vers l'ouest, la dose prise à l'arrivée doit être réduite de moitié.

Exemple : un patient traité par Previscan® prenant son comprimé habituel à 20h la veille du départ. Le lendemain matin il part de Paris en direction de la côte ouest des Etats-Unis où il

atterrit à 15h heure locale (00h heure de Paris). Il prend un demi comprimé à l'heure d'arrivée (15h) puis un comprimé entier à l'heure de sa prise habituelle (20h).

*c) Femmes sous contraceptifs oraux(34)*

Selon le type de pilules, la destination, le nombre de fuseaux horaires traversés, l'adaptation ne sera pas la même.

Le cas le plus simple est un vol vers l'est avec moins de 12h de décalage. Aucune modification dans la prise de la pilule n'est à noter. Que celle-ci soit une oestroprogestative ou microprogestative, il faut continuer à la prendre à la même heure qu'en France. Une patiente qui prend sa pilule à 22h heure Française, prendra sa pilule à 22h heure locale.

Pour les voyages vers l'ouest, c'est plus compliqué. Les patientes doivent savoir que les pilules oestroprogestatives autorisent un retard de 12h, alors que les microprogestatives un retard de 3h.

Si le décalage est inférieur à 12h, certains gynécologues recommandent de conserver la prise toutes les 24h. C'est-à-dire que pour un séjour à New-York, le décalage horaire étant de 6h, si la prise est à 21h heure française, elle sera donc à 15h heure locale.

Il est également possible de prendre le comprimé à l'heure habituel dans le pays local. Si la patiente prend sa pilule à 21h dans son pays de départ, il est possible de la prendre à 21h heure de destination (3h en France), le délai des 12h n'est pas dépassé.

Si le décalage est supérieur à 12h comme c'est le cas pour l'Alaska, il faut en plus prendre en considération la durée du vol qui est très longue. La patiente devra garder sa plaquette de pilule sur soi dans l'avion, pour prendre son comprimé à l'heure habituelle du pays de départ durant le vol. Puis une fois arrivée la prise se fera en fonction de l'heure locale

Certains gynécologues conseillent de prendre une pilule supplémentaire (boîte de réserve) environ 12 à 15h après la dernière prise si la journée est prolongée de plus de 7 heures vers l'ouest. La prochaine pilule sera prise à l'heure habituelle au lieu de destination.

Lors d'un court séjour, les patients sous pilule microprogestative devront continuer de la prendre à l'heure locale (ce qui peut obliger à la prendre en pleine nuit ou en journée). En cas

de séjour prolongé, on peut décaler progressivement l'heure de la prise ou prendre un comprimé intermédiaire en arrivant (soit 2 pilules en 24 heures) afin de décaler l'horaire.

### III- Voyageurs particuliers

De nombreux changements ont lieu en vol, comme la diminution de la pression de l'oxygène, l'expansion du volume des gaz contenus dans le corps, la diminution de la température et de l'humidité ambiante. Tous ces changements de conditions physiques spécifiques peuvent être plus ou moins bien tolérés selon l'état du voyageur. Si la plupart des passagers ont une santé physique qui permet de ne pas se préoccuper d'un examen ou d'un conseil médical avant de prendre l'avion, ce n'est pas le cas pour les passagers atteints d'une ou de plusieurs pathologies chroniques stabilisées par un traitement adéquat et qui peuvent voir leur état se détériorer suite aux conditions de vol. Il est donc nécessaire d'évaluer le risque d'aggravation de la maladie lors d'un voyage en avion avant d'effectuer celui-ci.

#### A. Voyageurs atteints de pathologies chroniques (35)

Avec des passagers plus nombreux et plus âgés, les compagnies aériennes sont de plus en plus confrontés à des voyageurs atteints de problèmes cardiaques ou respiratoires. Sur Air France, de l'oxygène a été demandé 188 fois en 2004, 271 fois en 2005 et près de 400 fois en 2006. Pour les patients souffrant d'une insuffisance respiratoire chronique supplémentée par de l'oxygène, le voyage en avion relèvera d'une épreuve logistique qu'il faudra planifier et organiser en amont. En effet, peu de voyageurs savent qu'ils ne pourront pas voyager avec leur oxygène de déambulation et que leur bouteille personnelle devra être vidée avant l'embarquement. Seules des bouteilles agréées pourront être utilisées à bord, occasionnant des frais qui resteront à la charge du voyageur.

## 1. Pathologies respiratoires(36)

### a) *L'asthme (37)*

Les asthmatiques stabilisés tolèrent généralement bien les voyages en avion. Si ce n'est pas le cas, il est préférable de reporter le voyage en avion. L'environnement de la cabine peut augmenter le risque de bronchospasme. Les facteurs aggravants sont l'effort physique à l'aéroport, le stress, les allergènes, la sécheresse de l'air, l'hypoxie ainsi que l'air froid. L'altitude, et plus particulièrement la diminution de la pression, joue également un rôle dans l'hyperréactivité bronchique et peut entraîner une crise d'asthme aigüe.

Les patients asthmatiques doivent donc se munir d'un bronchodilatateur bêta 2 stimulant d'action rapide (salbutamol, Ventoline®) dans leurs bagages à main. Pour contrer certains effets comme l'assèchement des voies respiratoire, il est conseillé de bien s'hydrater et de respirer par le nez puisque cet organe filtre, humidifie et réchauffe l'air avant qu'il n'atteigne les poumons.

Comme vu en partie I.A.2, l'ozone est présent dans l'atmosphère à différentes concentrations selon l'altitude. C'est un gaz instable qui se décompose, sous l'effet de la chaleur, en oxygène. Il peut pénétrer via le système de ventilation et déclencher, à certaines concentrations, toux, dyspnée et crise d'asthme. Cependant, les avions commerciaux possèdent des filtres qui empêchent l'ozone de pénétrer dans la cabine, éliminant ainsi l'irritation des voies respiratoires.

### b) *Les insuffisants respiratoires chroniques*

L'insuffisance respiratoire correspond à la mauvaise oxygénation du sang (chute du taux d'oxygénation du sang) par le système respiratoire. L'insuffisance respiratoire chronique correspond alors à une diminution de la pression partielle de l'oxygène dans le sang. Le patient atteint présente une dyspnée, un essoufflement et une fatigue excessive au moindre effort. Le traitement repose sur la mise en place d'une oxygénothérapie à domicile lorsque les poumons ne sont plus capables d'assurer les échanges gazeux. Le patient sous oxygène devra donc se renseigner auprès de son médecin et de la compagnie aérienne sur la possibilité de

voyager ainsi que des modalités pour permettre au voyage de se dérouler dans les meilleures conditions (voir ci-dessous).

L'insuffisance respiratoire chronique regroupe plusieurs pathologies telles que la bronchopneumopathie obstructive (BPCO), l'emphysème, la mucoviscidose, etc. Ces pathologies sont caractérisées par des sécrétions abondantes. La faible hygrométrie de la cabine peut donc poser problème, les sécrétions s'épaississant, ce qui explique le besoin d'une bonne hydratation voire même d'une aspiration des mucosités avant le vol.

### *c) Pneumothorax (38)*

Un pneumothorax non drainé entraîne une interdiction absolue de vol. En effet, l'environnement hypobare de la cabine peut aggraver un pneumothorax par asphyxie suite à l'expansion du gaz à l'intérieur de la cavité pleurale. Il est recommandé d'attendre un délai de 15 jours après un drainage de pneumothorax réussi pour pouvoir prendre l'avion.

## 2. Règles générales de l'oxygénothérapie(10) (38)(39)

Une consultation auprès du médecin traitant, du cardiologue ou du pneumologue avant d'envisager un voyage aérien est nécessaire, à la fois pour évaluer les risques cardiaques et respiratoires afin d'avoir l'accord pour voyager en avion, et pour obtenir une ordonnance en nom de DCI de tous les médicaments emportés en cabine. Une fois l'accord donné, le passager pourra se rapprocher de la compagnie aérienne afin de préparer au mieux son voyage.

Chaque grande compagnie possède un service médical qui peut, au moindre doute, être sollicité afin de fournir des conseils aux passagers. De plus, ce service est chargé de donner un accord médical préalable si le passager a besoin d'oxygène thérapeutique pendant le vol pour un débit supérieur à 2 L/min. Pour obtenir cet accord, le médecin traitant doit remplir le formulaire MEDIF (MEDical Information for Fitness to travel) ou INCAD (INCapacited passengers handling ADvice) (Cf. annexe n°2 et 3).

Cet accord médical est obtenu une fois la fiche de renseignements médicaux complétée par le médecin traitant. Le formulaire comporte deux pièces jointes : la pièce jointe A (fiche de renseignements pour les passagers nécessitant une assistance spéciale) et la pièce jointe B (fiche de renseignements pour les passagers nécessitant une attestation médicale).

La fiche A remplie par le passager ou le bureau de voyage contient de plus amples informations concernant l'itinéraire aérien du passager, ainsi que l'assistance requise pour ce dernier. Par cette annexe complétée, la compagnie aérienne est en mesure de déterminer si une autorisation médicale est requise.

La fiche B remplie par le médecin traitant fournit des informations sur les données médicales du passager et les dispositions spéciales.

Une fois rempli par le médecin, le formulaire MEDIF (Cf. annexes) est envoyé au service médical de la compagnie qui donne, ou non, l'accord médical. Une fois l'accord du médecin de la compagnie aérienne obtenu, ce dernier transmet ce formulaire au service réservation qui calculera le surcoût en fonction de la quantité d'oxygène nécessaire au voyageur durant le vol. Ce surcoût peut aller jusqu'à l'achat d'une seconde place et n'est pas remboursé par la sécurité sociale.

Si le patient prend régulièrement l'avion et que son état est stable, il pourra éviter de recommencer les formalités en se procurant la carte FREMEC (FREquent traveller MEDical Card), valable 5 ans. Le passager indique son numéro de carte FREMEC au moment de la réservation pour permettre aux médecins de la compagnie aérienne de consulter le dossier médical. Cette carte a pour avantage de permettre au passager de ne pas être dans l'obligation de remplir de nouveau les formulaires pour des voyages ultérieurs.

*a) Évaluer la nécessité d'une oxygénothérapie en vol*

Il est difficile d'anticiper l'importance et les conséquences de l'hypoxie. Les variations de PaO<sub>2</sub> (pression partielle de l'oxygène) lors de l'exposition à l'hypoxie ne sont pas identiques d'un sujet à l'autre. L'Aerospace Medical Association (AsMA) recommande donc la réalisation d'un test d'hypoxie au sol avant un vol pour permettre de dépister un risque de décompensation chez les patients atteints de pathologies cardiaques ou respiratoires, afin de pouvoir prévoir une supplémentation en oxygène pendant le vol si besoin.

Plusieurs méthodes permettent d'évaluer la nécessité de recourir à une supplémentation en oxygène durant le vol.

b) *Moyens d'évaluer la nécessité d'une prescription oxygène*

Certaines méthodes d'évaluation peuvent être faites au cabinet médical.

i. Oxymètre de pouls

La mesure de la SpO<sub>2</sub> (Saturation en oxygène) est simple et largement utilisée. Lorsque la saturation en oxygène au repos est inférieure ou égale à 92% (PaO<sub>2</sub> < ou = à 67 mmHg) ou si la PaO<sub>2</sub> se situe à moins de 50-55 mmHg en vol, une oxygénothérapie doit être prescrite.

ii. Test de marche

Ce test permet d'évaluer la capacité du patient à marcher 50 mètres ou monter un étage sans présenter de signe de détresse. Si la tâche est inachevée ou si une détresse respiratoire modérée à sévère est enregistrée, de l'oxygène est nécessaire en vol.

Une évaluation peut également être effectuée au laboratoire d'explorations fonctionnelles.

iii. Test en hypoxie

Ce test est le seul test réaliste reproduisant les conditions du vol aérien. Il consiste à faire inhaler au patient un mélange gazeux appauvri en O<sub>2</sub>, imitant ainsi une pression altitude cabine pendant 20 minutes (mélange contenant 15,1% d'O<sub>2</sub>). Quelle que soit la technique utilisée, la surveillance associe la mesure de la SpO<sub>2</sub> et de la fréquence cardiaque, le recueil des symptômes, le monitoring ECG 12 dérivations, la pression artérielle toutes les 5 min et la réalisation d'une gazométrie artérielle avant le test et 2 min avant la fin.

Si la PaO<sub>2</sub> est supérieure à 55 mmHg, et que la tolérance au test est bonne, il n'est pas nécessaire de proposer une supplémentation en oxygène au cours du vol. Si la PaO<sub>2</sub> est inférieure à 50 mmHg, ou SpO<sub>2</sub> est inférieur à 85%, le patient doit avoir une prescription

d'oxygène au cours du vol. Le test est alors répété avec une supplémentation en oxygène par lunette sous le masque pour s'assurer que le traitement de l'hypoxie est adéquat et que la PaO<sub>2</sub> est supérieure à 50 mmHg.

La plupart des compagnies aériennes sont en mesure de fournir de l'oxygène supplémentaire, moyennant frais. Cela doit être organisé à l'avance, au minimum 48h au préalable. Par ailleurs, le nombre de personnes avec un handicap respiratoire présentes par vol est limité. Les débits disponibles sont généralement limités à 2 L / min ou 4 L / min.

c) *Les sources d'oxygène à bord des avions(40)*

Le patient sous oxygène gazeux ne peut emporter sa propre bouteille avec lui. Cette dernière est vidée avant le vol pour des raisons de sécurité. Pour obtenir une bouteille agréée aviation, il faut avoir préalablement déposé une demande au service médical de la compagnie aérienne, comme vu précédemment. La bouteille est mise à disposition au moment du décollage, il convient donc au passager de s'organiser auprès de son fournisseur pour obtenir de l'oxygène à l'aéroport. Mais certains aéroports restreignent l'utilisation d'oxygène à l'intérieur de leur enceinte ; il est donc judicieux de se renseigner avant le départ.

Si le passager possède un concentrateur portable, il est possible de l'utiliser à bord sans surcoût. Cependant, lors de la réservation du billet, le transport de ce concentrateur doit être signalé, avec le nom et la marque de ce dernier pour vérifier qu'il soit agréé par la compagnie aérienne.

Tous les avions ne possédant pas de prises électriques, un nombre suffisant de batteries sèches pour alimenter l'appareil de façon autonome est nécessaire. En cas de présence de prises électriques, elles n'ont pas la capacité de recharger l'appareil mais seulement de maintenir la charge de ce dernier.

### 3. Pathologies cardiaques

#### a) *Hypertension artérielle(33)(41)*

L'hypertension artérielle, lorsqu'elle est traitée et bien contrôlée, n'entraîne pas de contre-indication au vol. Il existe une grande variabilité individuelle des effets de l'altitude sur la pression artérielle. Chez la majorité des personnes, la pression artérielle augmente légèrement, de manière proportionnelle au gain d'élévation.

Cependant, le traitement antihypertenseur associé au manque d'hydratation et à la faible hygrométrie de la cabine peut entraîner une chute tensionnelle voire un malaise vagal.

#### b) *Maladie coronaire(33)*

La maladie coronaire représente le premier incident médical constaté en vol et la première cause de rapatriement sanitaire. De nombreux facteurs sont en cause, tels que le stress, l'effort physique avec, par exemple, le port de bagages lourds, la traversée des longs couloirs dans les aéroports, le non suivi rigoureux dans la prise des médicaments, la fatigue, le décalage horaire. Bien que la maladie coronaire ne soit pas une contre-indication au vol si elle est stable et qu'il y a une bonne observance thérapeutique, l'accumulation de tous ces facteurs de risque peut entraîner une crise d'angine de poitrine. Il est recommandé aux patients de réaliser une évaluation récente de la coronaropathie par une épreuve d'effort.

Certains cardiologues recommandent de prendre à bord une copie d'un électrocardiogramme récent, utile en cas d'hospitalisation, et un flacon de trinitine sublinguale (Natispray®, Isocard spray®) afin de pouvoir traiter une crise. La prise préventive de trinitine au décollage et 30 minutes avant l'atterrissage (phase propice à la crise d'angor car la vasodilatation coronaire entraînée par l'hypoxie d'altitude cesse au retour au sol) peut également être conseillée.

#### c) *Troubles du rythme et de la conduction*

Les troubles de la conduction correctement traités ne constituent pas une contre-indication au vol. Les patients ayant des extrasystoles ventriculaires sur cœur sain tout comme les

porteurs d'une arythmie complète par fibrillation auriculaire avec un trouble du rythme aussi bien toléré au repos comme à l'effort traité par un ralentisseur de la fréquence cardiaque peuvent voyager sans risque. Les patients atteints de fibrillation auriculaire doivent cependant se munir d'une quantité suffisante d'amiodarone à prendre au moment de la crise.

Certaines compagnies aériennes sont équipées, sur leur vol moyen et long-courriers, d'un défibrillateur semi-automatique auquel le personnel est formé, ce qui permet de prendre en charge les fibrillations ventriculaires. La prise en charge doit être faite précocement, dans un délai de moins de trois minutes, les chances de récupération devenant infimes au-delà de 16 minutes.

Les patients ayant des antécédents de tachycardies et fibrillations sont autorisés à voyager s'ils ont fait l'objet d'une implantation d'un défibrillateur automatique.

#### *d) Insuffisance cardiaque*

Généralement, le patient insuffisant cardiaque stable (NYHA de stade I et II), équilibré ne présentant aucun trouble du rythme peut prendre l'avion. Une évaluation préalable de l'état du patient est nécessaire. Pour les insuffisants cardiaques éprouvant une difficulté à réaliser un effort léger (NYHA stade III), il est possible de voyager avec une supplémentation en oxygène.

Le patient doit être conscient de toutes les contraintes liées aux voyages ainsi que des efforts physiques à l'aéroport avec de longues distances à parcourir et les escaliers à monter. Il est ainsi nécessaire de bien planifier le voyage pour pouvoir réserver une assistance et un fauteuil roulant auprès de la compagnie aérienne. Il faut ajouter à ces contraintes l'hypoxie d'altitude, le stress, le décalage horaire, la fatigue, les changements climatiques, alimentaires et la possible mauvaise observance du traitement. Tous ces facteurs peuvent précipiter une complication voire une décompensation cardiaque. Le vol est contre-indiqué au stade IV de la NYHA.

*e) Porteurs de stimulateurs cardiaques « pacemakers » et de DAI (Défibrillateur Automatique Implantable)(25)(42)*

Le pacemaker, ou stimulateur cardiaque, est un dispositif implanté dans l'organisme. Il délivre des impulsions électriques au cœur permettant d'accélérer ce dernier pour contrer une bradycardie et donc de conserver un rythme cardiaque normal. Le DAI est capable de reconnaître et de traiter certains troubles du rythme rapides et potentiellement mortels (tachycardie ou fibrillation ventriculaire).

Les voyageurs porteurs de pacemakers et de DAI ne font pas partie de la liste des voyageurs présentant une contre-indication à voyager en avion. L'environnement en vol n'entraîne pas de dysfonctionnement de l'appareil. Cependant, il se peut qu'ils rencontrent un problème au niveau des passages des portiques de sécurité à l'embarquement. Le risque encouru d'inhibition du fonctionnement du pacemaker par influence électromagnétique est négligeable, transitoire et sans conséquences.

Cependant, pour éviter ces désagréments, il est conseillé de prendre plusieurs précautions :

- contrôler le pacemaker ou le défibrillateur avant le vol ;
- présenter une carte de porteur de stimulateur pour ainsi éviter le passage sous les portiques ;
- demander une fouille tactile ;
- informer le contrôleur de passer moins de 2 secondes au niveau du stimulateur si un contrôle par détecteur manuel est obligatoirement nécessaire ;
- avoir la fiche technique de l'appareil ;
- éviter de rester à proximité de la source de perturbation (s'éloigner des portiques rapidement après les passages de sécurité).

4. Diabète (43)(44)(45)(46)(47)(48)

*a) Conseils généraux*

Le diabète ne constitue pas une contre-indication au vol. Cependant, afin de permettre un vol en bonnes conditions, il est nécessaire d'avertir le patient sur certaines bonnes conduites à

respecter comme tenir compte du décalage horaire pour les injections d'insuline lors des vols de longue durée. Le personnel de bord doit être informé de la présence de diabétique dans l'avion pour qu'il sache la conduite à adopter en cas de malaise (donner du sucre, par exemple).

Le bagage à main du diabétique doit contenir plusieurs collations afin de remédier aux hypoglycémies liées à certaines contraintes comme les longues files d'attente à l'enregistrement ou les retards de vol fréquents. De plus, les vols courts et les compagnies low-cost ne servent pas forcément de repas. Pour les vols où un repas est servi, il est possible de commander, au plus tard 24 à 48h avant le départ, un menu pour diabétique. Le diabétique insulino-dépendant doit attendre d'avoir son plateau devant lui pour effectuer une injection préprandiale d'insuline rapide. En effet, l'heure théorique du service peut être différée en raison des turbulences.

Le bagage à main doit également comporter le matériel nécessaire au contrôle de la glycémie. Les contrôles glycémiques doivent être faits fréquemment pendant le vol et à l'arrivée lors d'un voyage avec décalage horaire. En effet le voyage est un facteur de risque de dérèglement de la glycémie (mauvaise adaptation des doses d'insuline, repas différent des habitudes alimentaire, prise d'antidiabétiques oraux trop rapprochée ou oubli de prise).

#### *b) Antidiabétiques oraux*

Les antidiabétiques oraux doivent être conservés en cabine accompagnés d'une ordonnance mentionnant les DCI des médicaments. Aucune adaptation de dose n'est à prévoir avec le décalage horaire. Il faut cependant respecter les intervalles de prise entre deux comprimés de sulfamides hypoglycémisants et prendre les médicaments avant un repas pour éviter un risque d'hypoglycémie sévère. Pour un vol effectué vers l'est, il est préférable de sauter une prise plutôt que de prendre deux comprimés de manière très rapprochée. Les biguanides ne sont pas hypoglycémisants et ne peuvent pas entraîner d'hypoglycémie s'il y a peu d'intervalle entre deux prises.

### c) *Insulines*

Les diabétiques traités par insulinothérapie doivent avoir sur eux le matériel nécessaire ainsi que l'ordonnance (traduite en anglais) mentionnant tous les dispositifs à bord (aiguilles, stylos injecteurs, lecteur de glycémie) ainsi que tous les médicaments, même ceux dont le renouvellement est moins fréquent (glucagon). En cas de vol international, un certificat médical rédigé en anglais en plus de l'ordonnance peut être nécessaire pour éviter les difficultés aux contrôles de sécurité et aux postes de frontières.

La température de conservation de l'insuline est comprise entre 4 et 8°C, mais elle peut se conserver un mois à 25°C. En pratique, il est possible de mettre l'insuline en soute car elle se trouve à une température supérieure à 4°C, le risque de gel est donc négligeable. Cependant, il est conseillé au voyageur diabétique de conserver l'insuline avec eux dans l'avion pour prévenir les risques liés à une perte ou un vol de bagages.

#### i. Schéma thérapeutique

Le décalage horaire est une source de déséquilibre du diabète à cause des perturbations dans les horaires d'injection d'insuline. Il n'y a pas d'adaptation pour des voyages vers le nord ou vers le sud car il n'y a pas de différence horaire entre le pays de départ et le pays d'arrivée. Seules des adaptations sont nécessaires pour des vols vers l'est ou vers l'ouest si le décalage est supérieur à 3h. Les adaptations du schéma insulinique sont à établir avec le médecin en amont du vol. Elles dépendent du temps de vol, du décalage horaire, et de la destination (est ou ouest).

Un décalage horaire inférieur à 3h ne nécessite pas d'adaptation du traitement quotidien. Il faut simplement augmenter la fréquence des contrôles glycémiques afin d'éviter tout déséquilibre glycémique et décaler légèrement les injections d'insuline. Afin d'évaluer plus facilement la durée d'action d'insuline injectée, il faut conserver l'heure du pays de départ pendant toute la durée du vol et mettre sa montre à l'heure du pays d'arrivée à l'atterrissage.

La dose à ajouter ou à soustraire est proportionnelle au nombre d'heures de décalage horaire. Pour un patient avec un schéma à 2 injections d'insuline effectuant un voyage vers l'ouest,

avec un décalage de 6h, la journée paraît 25% plus longue, les besoins en insuline sont accrus. Une injection d'insuline rapide supplémentaire correspondant à 25% de la dose quotidienne sera injectée.

Pour les patients ayant des schémas d'injections multiples d'insuline, la dose à ajouter ou à soustraire correspond à 1UI par heure de décalage horaire. Pour un vol vers l'ouest avec 6h de décalage, le diabétique s'injectera donc une dose supplémentaire de 6 UI d'insuline.

Pour les vols d'ouest en est, la journée paraît plus courte et les besoins en insuline sont moindres. Une injection d'insuline ordinaire peut être supprimée, une insuline d'action intermédiaire remplacée par une injection d'insuline ordinaire ou les posologies des injections peuvent être réduites.

Le jour suivant le voyage que ce soit vers l'est ou vers l'ouest, le schéma habituel doit être repris.

Dans la pratique, la situation est plus complexe car de nombreux facteurs vont avoir une influence telles que les heures de départ et d'arrivée, l'heure du service des repas pendant le vol, le type d'insuline, etc. Il n'y a donc pas de règle officielle d'adaptation de dose, les ajustements doivent être simples et individualisés, conçus par un personnel expert.

#### *d) Pompe à insuline*

Bien que les pompes implantables ne sont pas endommagées par les portiques de sécurité des aéroports, les alarmes du portique peuvent se déclencher suite à la présence de métal. Les voyageurs porteurs de pompes à insuline doivent donc indiquer la présence de la pompe implantable aux agents de sécurité.

Le patient ne doit pas changer son programme. Il doit effectuer comme d'habitude des bolus avant chaque repas. Une fois arrivé à destination, il doit ajuster l'horloge de la pompe à l'heure locale du lieu de séjour, de façon à ce que le programme de base corresponde toujours à la réalité.

## 5. Pathologies hématologiques (12)

### a) Anémie

L'anémie est une anomalie de l'hémogramme caractérisée par la diminution de la concentration de l'hémoglobine dans le sang. En dessous d'un taux d'hémoglobine de 85g/L, la capacité de transport d'oxygène est si limitée qu'il y a un risque de dyspnée à l'altitude de croisière des avions.

Les conseils aux voyageurs sont similaires pour tous les types d'anémies. En général, une attention particulière doit être prêtée en cas de taux inférieur à 85g/L. Dans le cas contraire, à de faibles niveaux d'hémoglobine, les passagers peuvent éprouver des étourdissements ou même perdre connaissance pendant le vol, en particulier lors d'un effort physique comme aller aux toilettes. En cas de doute sur l'aptitude à voler, de l'oxygène médical doit être administré.

Une forme d'anémie particulièrement grave est la drépanocytose, qui peut être exacerbée par une diminution de l'oxygène.

### b) Drépanocytose ou anémie falciforme(49)(50)

La drépanocytose est une maladie génétique. Il s'agit d'une altération de l'hémoglobine caractérisée par une déformation des globules rouges qui prennent la forme de faucilles. Ces globules rouges anormaux sont détruits plus précocement que la normale, entraînant ainsi une anémie hémolytique. Lorsque ces globules rouges se bloquent dans les vaisseaux sanguins, ils provoquent des crises vaso-occlusives douloureuses. Ces crises peuvent être déclenchées pendant les voyages aériens par le stress, les efforts excessifs, la déshydratation et l'altitude. Les personnes drépanocytaires sont sensibles aux conditions de vie en altitude. Le voyage en avion de ligne pressurisé ne doit se faire qu'après avis médical.

Quand le voyage est possible, est recommandé :

- une hyperhydratation per os dans les 24 h précédant le vol (3l/m<sup>2</sup>/jour) et durant le vol (0,15ml/m<sup>2</sup>/heure) ;

- éventuellement une injection d'héparine de bas poids moléculaire avant le vol, voire une transfusion dans la semaine qui précède le vol si l'anémie est importante, et que des crises douloureuses ou des complications sont survenues durant les mois précédant le voyage.

Pendant le vol il est recommandé de :

- porter des vêtements amples et suffisamment chauds en raison de la climatisation ;
- porter des chaussettes de contention ;
- éviter la station assise prolongée et ne pas croiser les jambes ;
- être en possession d'un certificat médical pour pouvoir réclamer de l'oxygène à bord en cas de douleurs osseuses ou thoraciques ou en cas de dyspnée (il n'est pas justifié d'équiper systématiquement le patient en oxygène pour le voyage en avion).

## D. Autres

### 1. Femmes enceintes(46)(51)

La plupart des compagnies aériennes acceptent les femmes enceintes jusqu'à 36 SA pour une grossesse mono-fœtale, et 32 SA pour une grossesse multiple, en cas de grossesse d'évolution normale, sans problème particulier. Il est souhaitable de se renseigner auprès de la compagnie aérienne avant le départ car chaque compagnie aérienne a son propre règlement. De plus, le Manuel médical de l'Association International du Transport Aérien recommande que à partir de la 28 SA, la femme enceinte voyage en emportant avec elle une lettre du médecin, précisant le terme de sa grossesse et son aptitude à voyager.

Même si les femmes enceintes sont autorisées à voyager, elles doivent être vigilantes et suivre les recommandations. Les accidents thromboemboliques sont 5 à 10 fois plus fréquents chez les femmes enceintes que chez une personne ne présentant pas de facteurs de risque et ceci pour plusieurs raisons :

- présence d'une dilatation veineuse sous l'effet de la progestérone ;
- gêne au retour veineux par compression du système cave et hypercoagulabilité physiologique, majorée par la position assise prolongée.

Les recommandations pour éviter la thrombose veineuse chez la femme enceinte sont les mêmes que pour la population générale, c'est-à-dire s'hydrater régulièrement, porter des bas de contentions, déambuler le plus possible dans la cabine de l'avion (c.f. chapitre II.A.1.b). Le voyage en avion est de nouveau possible 48h à 7j après l'accouchement si ce dernier a eu lieu sans complication. Pour le confort de la femme enceinte il est conseillé de porter la ceinture de sécurité au ras des cuisses et non sur l'abdomen. .

## 2. Nourrissons et jeunes enfants(46)

Même s'il est possible de voyager dès l'âge de 48h à condition qu'il n'y ait pas de problème de santé, il est recommandé d'attendre un délai de 7 jours pour un enfant né à terme. Pour les enfants nés prématurément, il est préconisé d'attendre 6 mois. Comme vu dans la partie I.B.1.b, pour éviter les otopathies dysbariques chez l'enfant, il est conseillé de les réveiller aux phases de décollage et atterrissage ainsi que de leur donner leur sucette, ou faire boire pour qu'ils déglutissent.

## 3. Passagers fumeurs

L'interdiction de fumer dans les lieux publics entre de plus en plus dans les mœurs et les fumeurs sont de plus en plus souvent obligés de se priver de leur apport habituel de nicotine durant l'espace de quelques heures. Les compagnies aériennes interdisent également aux passagers de fumer dans l'avion, quelle que soit la durée du vol. Cette interdiction entraîne un sevrage brutal avec l'apparition de différents symptômes : nervosité, irritabilité, agressivité, difficulté de concentration, sueurs, etc. Ce sevrage involontaire peut également avoir des conséquences désagréables sur les autres passagers du vol ainsi que le personnel navigant commercial. Le passager fumeur peut se montrer agressif et être à l'origine d'incidents.

Il sera conseillé à ces passagers d'effectuer une consultation préalable au vol pour se voir prescrire des substituts nicotiques. La dose de substituts nicotiques prescrite dépend de la durée du voyage (vol et transit compris) ainsi que du degré de dépendance physique. Cette prise en charge atténue les troubles et les situations désagréables liés à ce sevrage. Le fumeur a le choix entre des formats de substituts variés selon sa dépendance à la nicotine et ses préférences. Il a notamment le choix entre des sprays, gommages, pastilles, inhalateur, ou encore patch. Il est préférable d'essayer les substituts nicotiques avant le départ.

En fonction de la direction du vol (est ou ouest), le passager doit adapter sa prise de substituts nicotiques en conséquences afin d’obtenir une diffusion régulière de nicotine. Lors d’un voyage vers l’ouest, la journée étant plus longue, il est conseillé de changer de patch à la moitié du voyage, et le lendemain matin (heure locale). Concernant les voyages vers l’est (journée plus courte), il est conseillé d’enlever le patch avant la fin du voyage, et le patch suivant est mis le lendemain matin.

Tableau 5 : Recommandations pour l'utilisation des substituts nicotiques lors d'un voyage en avion(8)

Type de vol	Test de Fagerström		
	0-3 : dépendance légère	4-6 : dépendance moyenne	7-10 dépendance forte
<b>Court courrier (&lt;2h)</b>	Rien	Formes orales	Formes orales
<b>Moyen-courrier</b>	Rien	Formes orales	Formes orales ou patch
<b>Long courrier</b>	Formes orales	Formes orales ou patch	Formes orales et patch

#### 4. Passagers anxieux (30)(52)(53)(54)

L’anxiété des passagers peut avoir plusieurs causes. Elle peut être le résultat d’un incident stressant survenu lors d’un précédent voyage aérien (turbulences sévères) ou le souvenir d’un crash aérien ou d’un film catastrophique. L’anxiété peut être transmise par un parent phobique ou débiter si le voyage s’est déroulé durant une période marquée par un événement (maladie, décès, rupture, chômage). L’environnement de la cabine d’avion est alors associé à cet événement marquant, et le vol en avion devient associé à une image négative. Certaines personnes caractérisées de décideurs ont peur de perdre le contrôle et de mettre leur vie dans les mains de quelqu’un qu’ils ne connaissent pas. D’autres personnes ont peur d’évènements plus ou moins tragiques en vol : attentat, problème technique, feu à bord, turbulences, orages, mauvaises conditions météorologiques. Quelle que soit la provenance de la peur, il est possible de la traiter, soit temporairement, soit à long terme.

Pour éviter de rajouter du stress supplémentaire, il est conseillé de préparer son voyage en avance, de bien dormir la veille de partir, et d’arriver suffisamment à l’avance à l’aéroport pour se familiariser avec les lieux. L’utilisation de thérapie cognitivo-comportementales (TCC) est la principale méthode pour traiter la peur de l’avion. Cette thérapie consiste à identifier l’origine du malaise. Pour traiter la phobie de l’avion, la TCC se base sur un stage

durant lequel les personnes font face à la situation stressante et devront apprendre à gérer leur stress.

*a) Stage anti-stress (55)*

Différentes compagnies aériennes proposent un stage anti-stress. Le stage proposé par Air France se déroule sur 7h30 en 3 parties et coûte 680€ (prix pratiqué en 2018).

Le stage est conçu et encadré par des spécialistes pour désamorcer les angoisses. Il se déroule en plusieurs phases. Il débute par un entretien avec un psychologue spécialiste du stress aéronautique qui va chercher l'origine et la nature de l'anxiété. Des cours théoriques sont ensuite orchestrés par différents intervenants :

- un spécialiste du stress aéronautique, pour un cours sur les mécanismes physiologiques et psychologiques du stress, et la présentation d'exercices de détente respiratoire, musculaire et mentale ;
- un membre d'équipage, pour une présentation de son métier et de son importance pour la sécurité et la sûreté du vol ;
- un pilote, pour une formation sur les principes aérodynamiques, sur l'aéronautique et sur la compréhension des trous d'air, turbulences, et vol aérien.

A la suite des cours théoriques, les stagiaires peuvent mettre en pratique ce qu'ils ont appris à bord d'un simulateur. Toutes les conditions du vol seront réunies (turbulences, procédures d'urgence, foudre, etc.), permettant aux stagiaires de se rendre compte des moyens mis en œuvre pour faire face à ces événements susceptibles d'être traumatisants.

*b) Traitements médicamenteux*

La TCC est le traitement de premier choix pour vaincre la peur de l'avion. Les traitements médicamenteux comme les anxiolytiques sont également prescrits pour traiter la peur de l'avion. Cependant, ils ne sont pas recommandés en première intention. Les benzodiazépines sont les médicaments les plus rencontrés pour traiter la peur de l'avion. Ce sont également les anxiolytiques les plus prescrits en raison de leur rapidité d'action et de leur faible toxicité. La dose minimale efficace doit être utilisée pour minimiser les effets indésirables engendrés sur la vigilance, la prise discontinue est préférée pour éviter

l'accoutumance et la dépendance. Les benzodiazépines possèdent des propriétés anxiolytique, sédative, amnésiante, myorelaxante, anticonvulsivante, hypnotique.

Un avis médical est nécessaire pour avoir recours aux benzodiazépines. De plus il est important de souligner que la prise de benzodiazépines soulage temporairement l'anxiété pendant le vol, mais ne résout pas le problème.

#### 5. Passagers stomisés (56)

La stomie n'est pas un obstacle pour prendre l'avion. Quelques conseils sont à suivre pour assurer le bon déroulement du voyage. Comme vu précédemment, l'altitude engendre l'expansion des gaz, et donc peut être suivi d'un météorisme et d'une augmentation du transit intestinal. Il faut donc prévoir plus de matériel que ce qui est utilisé en temps normal. Il est conseillé de changer la poche juste avant d'embarquer. La poche peut se remplir de gaz suite aux changements d'altitude ; elle peut être vidangée aux toilettes. La poche est conçue pour ne pas éclater sous les variations de pression.

L'expansion des gaz pouvant aussi être dû à l'alimentation ; il faut éviter les boissons gazeuses et de mâcher des chewing-gum... Il est préférable de choisir un siège à l'arrière de la cabine et côté couloir pour pouvoir aller facilement aux toilettes sans déranger les autres passagers.

#### 6. Aptitude à voyager au cas par cas

Le tableau n°5 regroupe les contre-indications absolues ainsi que les délais minimums nécessaires avant de pouvoir voyager en avion en fonction des différentes pathologies. Les délais d'attente sont donnés à titre indicatif. Ils peuvent être raccourcis ou rallongés selon l'état de santé du passager, la gravité de la pathologie, la durée du vol, les conditions du voyage, etc.

Tableau 6 Contre-indications et délai minimal avant un vol ...<sup>2</sup>(10)(12)(25)(36)(46)(47)(57)

Spécialités	Pathologie/Opération	Délai d'attente minimal avant un vol
Cardio-vasculaire	Hypertension artérielle >200/120mmHg	CONTRE INDICATION au vol
	<b>Cardiopathie ischémique :</b>	
	Problèmes à l'effort léger	Aptitude restreinte
	Problèmes au repos	Inapte au vol (sauf cas particulier avec accompagnement médical)
	Angor instable	CONTRE INDICATION au vol
	Pose d'un stent	2 semaines
	Infarctus du myocarde	Non compliqué : 3 semaines à 2 mois
		Complicé : au minimum 6 semaines
	<b>Insuffisance cardiaque :</b>	
	NYHA III (problèmes à l'effort léger)	2 semaines
	NYHA IV (problèmes au repos)	Inapte au vol (sauf cas particulier avec accompagnement médical)
	Décompensée	CONTRE INDICATION au vol
	<b>Rythmologie :</b>	
	DAI / Stimulateur cardiaque	Apte
	Bradycardie (avec syncope)	CONTRE INDICATION au vol
Arythmie supraventriculaire	Aptitude restreinte	
Extrasystole ventriculaire	CONTRE INDICATION au vol	
Angiologie	Thrombose aiguë des veines profondes des jambes	CONTRE INDICATION au vol
	Thrombose des veines des jambes après début de traitement anticoagulant	2 semaines
	<b>AOMI :</b>	
	Stade IIb (déplacement sans douleurs <200m)	Aptitude restreinte
	Stade III (douleurs au repos)	CONTRE INDICATION au vol
Stade IV (gangrène, nécrose)	CONTRE INDICATION au vol	
Pneumologie	Apport probable d'O <sub>2</sub> supplémentaire >4l/min	CONTRE INDICATION au vol
	Traitement O <sub>2</sub> continu >3l/min au sol	CONTRE INDICATION au vol
	Pneumopathie	Après 48h sans fièvre et en fonction de la saturation pulmonaire
Neurologie	Accident Vasculaire Cérébral (AVC)	10 jours à 6 semaines
	Accident Ischémique Transitoire (AIT)	2 jours
	Épilepsie	24h après crise de grand mal
	Maladie d'Alzheimer (stade avancé)	CONTRE INDICATION au vol
	Hématome sous dural	3 semaines
Hématologie	Anémie sévère (Hb<8,5g/dl)	CONTRE INDICATION au vol
	Dépranocytose (crise vaso occlusive)	Minimum 10 jours
Gynécologie	Grossesse monofoetale >36èmesemaine	CONTRE INDICATION au vol
néonatalogie	Grossesse multiple >32èmesemaine	CONTRE INDICATION au vol
ORL	Nouveau né	A partir du 7èmejour après la naissance
	Amygdalectomie	2 à 3 semaines
	Opération de l'oreille moyenne	10 jours
Ophtalmologie	Otite moyenne aiguë, sinusite aiguë	CONTRE INDICATION au vol
	Opération de la cataracte	4 semaines
	Traitement au laser	7 à 10 jours
	Décollement de la rétine	Minimum 6 semaines
	Glaucome (crise, ou opéré)	Minimum 1 mois
Hémorragie rétinienne	1 à 3 mois <sup>1</sup>	
Chirurgie	<b>Appareil digestif :</b>	
	Appendicectomie, coelioscopie, op hernie	10 jours
	Cholécystectomie, gastrectomie, résection intestinale	6 semaines
	Ulcère hémorragique	Minimum 3 semaines
	<b>Appareil respiratoire :</b>	
	Thoracotomie diagnostique	1 semaine
	Lobectomie	12 semaines
Pneumonectomie	6 à 9 mois <sup>2</sup>	

<sup>1</sup> Nécessite l'avis de l'ophtalmologiste 2 Analyse des gaz du sang artériel recommandé avant le vol 3 Contrôle radiologique avant le vol 4 Le délai minimal peut être raccourci après avis du cardiologue

Tableau 7 Contre-indications et délai minimal avant un vol (suite) (11)(12)(25)(33)(41)(42)(57)

Spécialités	Pathologie/Opération	Délai d'attente minimal avant un vol
	Pneumothorax	6 semaines <sup>3</sup>
	Op dans les vaisseaux périphériques	12 semaines
	Toutes les opérations de chirurgie cardiaque	2 à 3 semaines <sup>4</sup>
	Ablation d'une tumeur intracrânienne	6 à 12 mois
	<b>Appareil urinaire :</b>	
	Réssection transurétrale de prostate	3 semaines
	Chirurgie urologique (vessie, rein)	Minimum 6 semaines
	Prostatite, pyélonéphrite, orchite	Délai de 48h sans fièvre
	Fractures	Vol < 2h: 24h et Vol > 2h : 48h <sup>5</sup>
<b>Infectiologie</b>	Tuberculose, Coqueluche, Dengue, Choléra, Méningite à méningocoque	CONTRE INDICATION au vol
<b>Sport</b>	Plongée en bouteille	24h après la dernière plongée

<sup>1</sup> Nécessite l'avis de l'ophtalmologiste <sup>2</sup> Analyse des gaz du sang artériel recommandé avant le vol <sup>3</sup> Contrôle radiologique avant le vol <sup>4</sup> Le délai minimal peut être raccourci après avis du cardiologue

## Conclusion

Avec l'essor du développement du transport aérien et l'augmentation du nombre de passagers, il y a un risque d'augmentation à la fois des incidents médicaux survenant en vol et des pathologies liées au vol. Il est donc nécessaire d'éduquer le patient avant un vol en fournissant des mesures préventives au niveau comportemental et médicamenteux. Les patients atteints de pathologies chroniques doivent avoir le réflexe de consulter leur médecin traitant avant le vol pour préparer au mieux le voyage et ainsi s'assurer que le trajet en avion ne rime pas avec mauvais souvenir. Cependant, ceci est rarement le cas. C'est donc le rôle du pharmacien au comptoir, qui est le plus susceptible de voir le patient (pour préparer la trousse de voyage par exemple), d'orienter le patient chez son médecin traitant, le cardiologue ou le pneumologue. Le pharmacien a également un rôle essentiel dans la prévention en donnant de simples exemples de mesures préventives pour la thrombose veineuse, l'aérophobie, l'aérocinétose ou le jet-lag par exemple. Le pharmacien est également en mesure de mettre en garde certaines catégories de passagers comme les personnes âgées, les femmes enceintes ou les personnes ayant subi une opération chirurgicale récemment.

## Bibliographie

1. Nouveau record avec 4,1 milliards de passagers dans le monde en 2017 [Internet]. Air Journal. [cité 8 oct 2018]. Disponible sur: <http://www.air-journal.fr/2018-01-19-nouveau-record-avec-41-milliards-de-passagers-dans-le-monde-en-2017-5193395.html>
2. Singapore Airlines relance vers New York le vol le plus long du monde [Internet]. Air Journal. [cité 8 oct 2018]. Disponible sur: <http://www.air-journal.fr/2018-05-30-singapore-airlines-relance-vers-new-york-le-vol-le-plus-long-du-monde-5199534.html>
3. Atmosphère terrestre - Encyclo-ecolo.com - l'encyclopédie écologique [Internet]. [cité 7 oct 2018]. Disponible sur: [https://www.encyclo-ecolo.com/Atmosph%C3%A8re\\_terrestre](https://www.encyclo-ecolo.com/Atmosph%C3%A8re_terrestre)
4. Gomez C. Médecine aéronautique [Internet]. Disponible sur: <http://espacesaerienslyon.pagesperso-orange.fr/medical/maldelair.pdf>
5. Performance humaine et limitations Les risques physiologiques liés à l'altitude. cockpitseeker.com.
6. World Health Organization. Voyages internationaux et sante: situation au 1er janvier 2010. Place of publication not identified: World Health Organization; 2010.
7. Paris A. Cours aéromédecine du BIA.
8. Voyage aérien et maladies respiratoires (à l'exclusion de la pathologie infectieuse). Rev Mal Respir. avr 2007;24(Cahier 3):71.
9. Les G en aéronautique : conséquences sur l'organisme [Internet]. [cité 7 oct 2018]. Disponible sur: <http://tpe-sur-les-g.e-monsite.com/pages/ii-les-consequences-sur-l-organisme/>
10. IATA : medical manual. juin 2018;11th edition. Disponible sur: <https://www.iata.org/publications/Documents/medical-manual.pdf>
11. Bourde A, De Courcy A, Blaise D, Henrion G, Djardem Y, Gomard Ph, Bieda P, Gaüzère B-A. Les pathologies des vols aériens longs courriers. 2013.
12. Boussemart T, Port-Lis M, Bonardi J-M. Aspects médicaux des voyages aériens commerciaux. Arch Pédiatrie. août 2006;13(8):1160-8.
13. Expansion des gaz en altitude et conséquences médicales [Internet]. [cité 7 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.medsyn.fr/perso/g.perrin/aero/public/plus/gaz.htm>
14. Chaillot E. Aviation et accidents barotraumatiques.
15. ORL Nice : Anatomie de l'oreille [Internet]. [cité 7 oct 2018]. Disponible sur: <http://www.orl-nice.fr/anatomie-loreille/>
16. Angel G. Le voyage en avion - Journée d'automne de la Société de médecine des

- voyages (SMV) 23-24 septembre 2016, Annecy [Internet]. 2016 [cité 1 mai 2018]. Disponible sur: <http://www.camip.info/colloques-congres/comptes-rendus/Journee-d-automne-de-la-Societe-de,424/Le-voyage-en-avion>
17. Fata FE, Saliba I. Quand l'avion atterit et les oreilles décollent. Médecin Qué. mai 2007;42(5):85-8.
  18. Barotraumatisme de l'oreille - Troubles du nez, de la gorge et de l'oreille [Internet]. Manuels MSD pour le grand public. [cité 7 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.merckmanuals.com/fr-ca/accueil/troubles-du-nez,-de-la-gorge-et-de-l%E2%80%99oreille/troubles-de-l%E2%80%99oreille-moyenne/barotraumatisme-de-l%E2%80%99oreille>
  19. La dosimétrie du rayonnement cosmique à bord d'un avion : le système SIEVERT. 2002.
  20. Radiation effets et sources , programme des Nations Unies pour l'Environnement. 2016.
  21. Grossesse et radioprotection [Internet]. Disponible sur: <http://www.aist84.fr/assets/uploads/2017/10/Grossesse-et-radioprotection.pdf>
  22. Von Wattenwyla Robert, Syburrab Thomas, Brona Denis. Trois problèmes liés au voyage: risque de thrombose, décalage horaire et opérations cardiaques. Forum Méd Suisse. 2015;860-5.
  23. Saint-Mard P. La maladie thrombo-embolique veineuse au [i.e.] decours des voyages aériens: évaluation et gestion du risque. [Nancy]: Université Henri Poincare Nancy 1; 2008.
  24. Josse PE. Le syndrome de la classe économique. :7.
  25. Smith D, Toff W, Joy M, Dowdall N, Johnston R, Clark L, et al. Fitness to fly for passengers with cardiovascular disease. Heart. 1 août 2010;96(Suppl 2):ii1-16.
  26. Frigg C, Stepanek J, Gmür A, Suter J, Huber S. Maladie de décompression dans l'aviation. Forum Méd Suisse. 10 avr 2002;(15):5.
  27. Degironde M. Les cinétozes et leur prise en charge à l'officine. [Toulouse]: Université Toulouse III Paul Sabatier; 2016.
  28. Leblanc C. Mal des transports : tous dans la même galère! juill 2011;2.
  29. A.V.S C de vaccinations internationales AF par. Gestion du décalage horaire (jet lag) - Centre de vaccinations internationales Air France, par A.V.S. [Internet]. Centre de vaccinations internationales Air France. [cité 3 avr 2018]. Disponible sur: <https://www.vaccinations-airfrance.fr/vaccination-sante-voyage/conseils-voyage/gestion-du-decalage-horaire-jet-lag>

30. Gisquet A, Quéra Salva M-A. Le syndrome de décalage horaire ou Jet-lag Aspects pratiques. *Médecine Sommeil*. juin 2005;1(4):41-7.
31. Lagarde D. Place de la pharmacopée dans la prévention.
32. Place du pharmacien d'officine dans la préparation au voyage des patients souffrant de pathologies chroniques. [Tours]: Université François Rabelais; 2004.
33. Touze J-É, Métais P, Zawieja P. Maladie cardiovasculaire et voyage aérien : particularités et enjeux. *Presse Médicale*. févr 2012;41(2):109-15.
34. Pilule et fuseaux horaires : gérez le casse-tête [Internet]. Biogaran. [cité 6 sept 2018]. Disponible sur: <http://www.biogaran.fr/mag-sante/pilule-et-fuseaux-horaires-geriez-le-casse-tete/>
35. Gudmundsson A, Stevenson JM, Petrovic M, Somers A, Onder G, Callens S, et al. Challenges and risks for older travellers with multimorbidity: Focus on pharmacotherapy. *Eur Geriatr Med*. sept 2016;7(5):407-10.
36. Colloque sur le transport aérien lors du Congrès international de l'ERS à Milan en 2017 [Internet]. European Lung Foundation - ELF. [cité 6 avr 2018]. Disponible sur: <http://www.europeanlung.org/fr/maladies-pulmonaires-et-information/voyages-en-avion/colloque-sur-le-transport-a%C3%A9rien-lors-du-congr%C3%A8s-international-de-l%E2%80%99ers-%C3%A0-milan-en-2017>
37. Leroy S, Tercé G, Wemeau L, Wallaert B. L'asthme dans l'avion. *Rev Fr Allergol*. juin 2010;50(4):375-8.
38. Managing passengers with stable respiratory disease planning air travel: British Thoracic Society recommendations. *Thorax Int J Respir Med*. sept 2011;66(Supplément 1).
39. Antadir [Internet]. [cité 21 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.antadir.com/fr/en-train-avion-et-bateau>
40. Guide de l'oxygénothérapie.
41. Mieske K, Flaherty G, O'Brien T. Journeys to High Altitude—Risks and Recommendations for Travelers with Preexisting Medical Conditions. *J Travel Med*. 1 janv 2010;17(1):48-62.
42. G. Bosser, Y. Juilliere. Insuffisance cardiaque et voyage en avion : que dire aux patients ? *Réal Cardiol*. févr 2013;291:40-4.
43. Le diabète à l'aéroport.
44. Le transport de l'insuline [Internet]. [cité 6 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.federationdesdiabetiques.org/diabete/traitements/transport-insuline-voyage>
45. Netgen. Les diabétiques en voyage [Internet]. *Revue Médicale Suisse*. [cité 10 sept

2018]. Disponible sur: <https://www.revmed.ch/RMS/2005/RMS-19/30336>

46. Netgen. Consultation avant de prendre l'avion : évaluation et conseils par le médecin de premier recours. Rev Médicale Suisse. 24 sept 2014;
47. Franzen D, Seiler O. Le patient comme passager aérien. Forum Méd Suisse. 2008;10:698-704.
48. Alvarez D, Bagshaw M. Medical guidelines for airline travel, 2nd Edition. Aviat Space Environ Med. mai 2003;74(5):22 p.
49. Recommandations liées aux modes de transports. 2018.
50. BEH hors-série - Recommandations sanitaires pour les voyageurs, 2018 / 2018 / Archives / BEH - Bulletin épidémiologique hebdomadaire / Publications et outils / Accueil.
51. Brothier N. Voyages aériens et grossesses: risques et recommandations, revue de littérature. [Bordeaux]: Université de Bordeaux; 2017.
52. Bourgoin É. Anxiété de vol et phobie de l'avion: validation de questionnaires d'auto-évaluation et étude des comportements des passagers. [Toulouse]: Université Toulouse - Jean Jaurès; 2015.
53. Moinet S. Faire face à la phobie de l'avion. Retz; 2012. 133 p.
54. La peur de l'avion - L'aérophobie I Docteur Bagot [Internet]. Dr Bagot. [cité 19 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.docteurbagot.com/phobies-et-peurs/peur-de-lavion/>
55. Peur en avion, gérer la phobie de l'avion : stages de gestion de la peur en vol - Air France [Internet]. AirFrance. [cité 3 oct 2018]. Disponible sur: [https://www.airfrance.fr/FR/fr/common/guidevoyageur/pratique/sante\\_anti\\_stress.htm](https://www.airfrance.fr/FR/fr/common/guidevoyageur/pratique/sante_anti_stress.htm)
56. Stomie : conseils pour voyager en avion [Internet]. ColoplastCare. [cité 18 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.coloplastactif.fr/stomie/Activites-viesociale/voyages/15.1conseils-pour-voyager-en-avion/>
57. Trevisan C, Von Wattenwyl R, Reif M, Bron D. Aptitude à voyager en avion chez les passagers récemment opérés. Swiss Med Forum. 2017;420-4.
58. Documents de L'OACI relatifs à la santé Index.
59. Accord médical - Passager à mobilité réduite - Air France [Internet]. AirFrance. [cité 7 oct 2018]. Disponible sur: [https://www.airfrance.fr/FR/fr/common/guidevoyageur/assistance/pmr\\_accord\\_medical.htm](https://www.airfrance.fr/FR/fr/common/guidevoyageur/assistance/pmr_accord_medical.htm)

## **ANNEXE 1 : Contenu des différentes trouses présentes dans un avion.(58)**

Trousse de premiers soins (une trousse pour 100 sièges)

- Tampons antiseptiques (10/paquet)
- Bandage : sparadraps
- Bandage : gaze 7,5 cm × 4,5 m
- Bandage : triangulaire ; épingles de sûreté
- Pansement : pour brûlure 10 cm × 10 cm
- Pansement : compresse stérile 7,5 cm × 12 cm
- Pansement : gaze stérile 10,4 cm × 10,4 cm
- Ruban adhésif 2,5 cm (rouleau)
- Sutures adhésives (ou bandelettes adhésives équivalentes)
- Désinfectant pour les mains ou lingettes désinfectantes
- Tampon oculaire
- Ciseaux : 10 cm (si le règlement national le permet)
- Ruban adhésif chirurgical 1,2 cm × 4,6 m
- Pincettes : échardeuses
- Gants jetables (plusieurs paires)
- Thermomètres (sans mercure)
- Masque pour réanimation bouche-à-bouche avec valve unidirectionnelle
- Manuel de premiers soins, édition à jour
- Formulaire de compte rendu d'incident

Les médicaments suggérés suivants peuvent faire partie de la trousse de premiers soins lorsque le règlement national le permet :

- Analgésique, doux à moyen
- Antiémétique
- Décongestionnant nasal
- Antiacide
- Antihistaminique

Trousse de prévention universelle

- Poudre sèche transformant les petits déversements liquides en gel granulé stérile
- Nettoyant germicide pour surfaces
- Lingettes
- Masque(s) pour le visage/les yeux (masques séparés ou masque combiné)
- Gants (jetables)
- Tablier protecteur
- Grand chiffon absorbant
- Pelle avec racloir
- Sac pour l'évacuation de déchets biodangereux
- Instructions

Trousse médicale d'urgence scellée et placée dans le cockpit et utilisable par un médecin ou une personne qualifiée après accord du commandant de bord

#### Matériel

- Liste du contenu
- Stéthoscope
- Sphygmomanomètre (de préférence électronique)
- Canules oropharyngiennes (trois tailles)
- Seringues (gamme appropriée de tailles)
- Aiguilles (gamme appropriée de tailles)
- Sondes intraveineuses (gamme appropriée de tailles)
- Tampons antiseptiques
- Gants (jetables)
- Boîte pour l'évacuation des aiguilles
- Sonde urinaire
- Dispositif pour l'administration de fluides intraveineux
- Garrot
- Gaze absorbante
- Ruban adhésif
- Masque chirurgical
- Sonde d'aspiration trachéale (ou canule intraveineuse de grand diamètre)
- Pince pour cordon ombilical

- Thermomètres (sans mercure)
- Renseignements de base sur le maintien des fonctions vitales
- Masque et ballon d'anesthésie
- Lampes de poche et piles

## Médicaments

- Épinéphrine 1:1 000
- Antihistaminique – injectable
- Dextrose 50 % (ou l'équivalent) – injectable : 50 ml
- Nitroglycérine en comprimés ou vaporisateur
- Analgésique majeur
- Sédatif anticonvulsivant – injectable
- Antiémétique – injectable
- Bronchodilatateur – inhalateur
- Atropine – injectable
- Corticostéroïde – injectable
- Diurétique – injectable
- Médicament pour hémorragie post-partum
- Chlorure de sodium 0,9 % (minimum 250 ml)
- Acide acétylsalicylique (aspirine) à prise orale
- Béta-bloquant oral

## ANNEXE 2 : MEDIF, Fiche de renseignements pour les passagers nécessitant une assistance spéciale.(59)



### RESOLUTION IATA 700 ANNEXE A FICHE DE RENSEIGNEMENTS POUR LES PASSAGERS NECESSITANT UNE ASSISTANCE SPECIALE

1. **Nom / Prénom** .....

2. **Numéro du dossier de réservation (PNR)** .....

3. **Itinéraire choisi** .....

Compagnie aérienne Numéro(s) de vol(s) .....

Classe(s), date(s), escale(s) .....

4. **Nature du handicap** .....

5. **Civière demandée à bord ?**  Oui  Non

6. **Accompagnateur**  Oui  Non

Nom..... Titre..... Date de naissance.....

Numéro de dossier PNR si différent .....

Qualification médicale  Oui  Non Langue parlée .....

7. **Demande d'un fauteuil roulant**  Oui  Non

Catégories\*  WCHR  WCHS  WCHC Fauteuil personnel  Oui  Non

Fauteuil pliant  Oui  Non Type de fauteuil  WCBBD  WCBW  WCMP

8. **Ambulance nécessaire au départ et à l'arrivée**  Oui  Non

Préciser l'adresse de destination .....

Nom de la société de l'ambulance .....

Contact tél. ambulance, escale de départ .....

Contact tél. ambulance, escale d'arrivée .....

9. **Accueil et assistance**  Oui  Non

Si personne désignée, préciser le contact .....

10. **Autres assistances au sol demandées**  Oui  Non

Si oui, préciser .....

Aéroport de départ .....

Aéroport de transit .....

Aéroport d'arrivée .....

11. **Demandes particulières durant le vol**  Oui  Non

Si oui, préciser la demande (repas particulier, siège supplémentaire / extra seat, jambe allongée, siège spécifique) .....

Equipement particulier (respirateur, couveuse, oxygène) .....

Société d'assistance .....

12. **Carte SAPHIR – Carte FREMEC**  Oui  Non

Si oui, préciser le numéro de carte SAPHIR ou FREMEC .....

Date d'expiration .....

- WCHR = marche difficile, mais peut utiliser les escaliers
- WCHS = impossible de monter ou de descendre les escaliers
- WCHC = le passager ne peut pas marcher du tout

## ANNEXE 3 : MEDIF, Fiche de renseignements pour les passagers nécessitant un certificat médical.(59)



### RESOLUTION IATA 700 ANNEXE B FICHE DE RENSEIGNEMENTS POUR LES PASSAGERS NECESSITANT UN CERTIFICAT MEDICAL (A faire remplir ou à demander au médecin traitant)

#### PARTIE 1

1. Nom du patient .....

Date de naissance . . . / . . . / . . . . . Sexe . . . . . Nationalité. . . . .  
Taille (mètre) . . . . . Poids (kg) . . . . .

2. Diagnostic (y compris date de début de la maladie, de l'épisode ou de l'accident en cours et traitement.  
Préciser si contagieux) .....

Nature et date de toute opération chirurgicale récente et/ou importante .....

3. Symptômes actuels et gravité .....

4. Une réduction de 25% à 30% de la pression partielle d'oxygène de l'atmosphère (hypoxie relative)  
affectera-t-elle la maladie du passager ? (Pression de la cabine équivalant à un voyage en montagne avec  
passage rapide à une altitude de 2 400 mètres (8 000 pieds) au dessus du niveau de la mer)

Oui  Non  Pas sûr

#### 5. Informations cliniques supplémentaires

a. Anémie  Oui  Non  
Si oui, donner un résultat récent en gramme d'hémoglobine. ....

b. Troubles psychiatriques, épilepsie  Oui  Non Si oui, voir Partie 2 # 3

c. Maladie cardiaque  Oui  Non Si oui, voir Partie 2 # 1

d. Continence urinaire  Oui  Non  
Si non, donner le mode de contrôle. ....

e. Continence fécale  Oui  Non

f. Maladie respiratoire  Oui  Non Si oui, voir Partie 2 # 2

g. Utilise-t-il/elle l'oxygène à domicile ?  Oui  Non  
Si oui, préciser combien. ....

h. Oxygène nécessaire pendant le vol ?  Oui  Non  
Si oui, préciser le débit d'O<sup>2</sup> en l/mn  
 1,2  2,0  2,8  3,6  4,4  5,2

i. Utilise son propre concentrateur d'O<sup>2</sup> ?  Oui  Non  
Si oui, préciser la marque du concentrateur. ....

#### 6. Accompagnateur

a. Le/la patient(e) est-il/elle en état de voyager sans accompagnement ?  Oui  Non

b. Si non, un service d'assistance (proposé par la compagnie pour embarquer et débarquer) sera-t-il suffisant ?  
 Oui  Non

c. Si non, le patient aura-t-il son propre accompagnateur pour s'occuper de ses besoins à bord ?  
 Oui  Non

d. Si oui, qui escortera le/la passager(ère) ?  Médecin  Infirmier  Autre

e. Si autre, l'accompagnateur est-il parfaitement capable de prendre en charge tous les besoins ci-dessus ?  
 Oui  Non

## ANNEXE 4: FREMEC, FREquent Traveller's Medical Clearance.(10)



### FREMEC

**FREQUENT TRAVELLER'S MEDICAL CLEARANCE (FREMEC)**

Honouring instructions: The data contained in the shaded fields **MUST** always be transmitted with any reservation request. Journeys requested but not authorized by this Card require completion of the Information Sheet for Passengers Requiring Special Assistance.

**FREMEC** Number:  /  Issued by:  Valid until:

(Airline Code Number) (Serial Number) (Airline's Reservations Dept's agent) (day/month/year)

The holder of this Card:

(Surname) (Initial) (Title) (Gender) (Age)

(Permanent Address) (Phone)

Has the following permanent/chronic incapacitation:

The holder is authorised by the airline issuing this Card, to travel by air within the validity of this Card, subject to: (a) the Conditions stated on the reverse, (b) no worsening of the Holder's present health conditions, and (c) full observance of all carrier rules, regulations and instructions, and with the following **LIMITATIONS**:

(Insert limitations, including any permanent dietary requirements)

(2)

**CONDITIONS OF ISSUE**

1. Cardholders are required to **REPORT ALL CHANGES** in their present handicap or incapacitation, and/or the deterioration in their physical or medical condition, to the airline representative or agent with whom they are in contact.
2. Subject to all terms and conditions stated on this Card, the authorisation for air travel is valid only up to the date stated on the front.
3. This Card is not transferable and must be produced, together with proof of the cardholder's identity, on every occasion wherever airline reservations are made for the cardholder, at time of ticket issuance, and when so requested by the airlines or their agents or representatives.
4. Cardholders are reminded that arrangements for travel should be made as much in advance as possible. They should also allow sufficient time for check-in formalities.

Date and Place of Issue Passenger's Signature

(Legal guardian or Passenger's witness may sign if passenger is physically unable to do so).

**SAGUEZ Raphaëlle**

**Conseils aux patients pour les voyages aériens**

Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie

Université de Picardie Jules Verne – U.F.R. de PHARMACIE

Année Universitaire 2017/2018

**Mots clés :** *voyage aérien, conseils, pathologies chroniques, avion, contre-indication au vol, syndrome de la classe économique, pression.*

**Résumé :** Les développements techniques en ingénierie et plus précisément en aéronautique ont favorisé le développement des transports aériens et augmenté ainsi leur utilisation. S'ensuit ainsi une démocratisation des vols et, par conséquence, leur banalisation. Cette dernière fait oublier aux passagers les potentiels risques et contre-indications médicales liées au vol.

Ces risques sont liés à la modification des conditions de pression et de températures et à une variation de la concentration de l'air en oxygène. Ces changements, bien qu'en général bien supportés par l'organisme via différentes méthodes de compensation, peuvent présenter des risques. Les variations de pression peuvent être la cause de pathologies ORL, digestives ou pulmonaires. Les radiations cosmiques sont également un facteur à considérer avant de prendre l'avion, en particulier pour les femmes enceintes. S'ajoutent aux conditions environnementales les risques liés aux conditions de vol : passager assis et peu mobile ; ces conditions peuvent entraîner une thrombose veineuse profonde, notant que certains passagers sont particulièrement à risque en cas, par exemple, de varices, d'antécédents de TVP, ou encore de cancer. D'autres complications lors d'un vol peuvent être liées à la décompression ou aux possibles turbulences. Certains passagers présentent cependant de plus gros risques suite à une pathologie déjà existante telle qu'un diabète ou, par exemple, des pathologies cardiaques.

Pour pallier ces risques, il existe cependant différents traitements médicamenteux ou encore stages de prévention qui peuvent être utiles dans certains cas. En cas de facteur à risque, il est conseillé de s'adresser à son médecin traitant avant d'effectuer un vol de courte ou de longue durée. Certaines pathologies nécessitent en effet un temps d'attente avant un vol voire même une contre-indication totale au vol.

*Keywords: air travel, advice, chronic diseases, aircraft, flight contraindications, economy class syndrome, pressure.*

**Abstract :** Technical developments in engineering and, more precisely, in aeronautical engineering, fostered the development of plane travels, thus increasing their usage. This leads to a flight popularisation and hence its normalisation. The latter makes the passengers forget about the potential risks they may be running when flying, along with flying contraindications coming from some pathologies.

The mentioned risks mainly arise from the modification of the environment in terms of pressure, temperature and oxygen concentration. Although generally well handled by the human body via several compensation mechanisms, those changes can at times present risks. The changes in pressure can lead to, for instance, ENT, digestive or pulmonary pathologies. Cosmic radiations should also be considered before flying, especially if the passenger is pregnant. On top of the environmental conditions, conditions inherent to flying can lead to several pathologies arising from the long seating position. The latter can be the cause of a thrombosis, the risk being even larger if the passenger has varicose veins, a cancer, or had already suffered from a thrombosis. Other complications can come from rapid inflight decompressions or turbulences. Overall, certain passengers will be more at risk than others due to diabetes or cardiac pathologies, for example.

To alleviate those risks, various medicinal treatments or even training courses can come in handy. If a passenger presents any of the signs associated to any of the mentioned risks, it is recommended to consult a GP before flying, be it a short or long haul flight. It may then be advised to either wait for a certain amount of time before flying or to even not fly at all.

**Jury :**

**Président :** Monsieur François HELLE,

**Directeur :** Monsieur Jean-Marc CHILLON,

**Membres :** Madame Céline BIZOT et Monsieur Alban WATELET.