

UNIVERSITE DE LIMOGES

FACULTE DE MEDECINE

ANNÉE 2013

THÈSE N°

**Incidence et moyens de prévention des pathologies
cardiovasculaires au cours du transport aérien :
Une revue de la littérature**

THÈSE POUR LE DIPLOME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement à Toulouse

Le 23 avril 2013

Par

Amandine BECK

Née le 17 novembre 1983, à Strasbourg

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. le Professeur Didier CARRIÉ Président
Mme le Professeur Nathalie DUMOITIER Juge
M. le Professeur Dominique CHAUVEAU Juge
Mme le Docteur Nadège LAUCHET Juge
M. le Docteur Alain GUILLON Directeur de Thèse

UNIVERSITE DE LIMOGES

FACULTE DE MEDECINE

ANNÉE 2013

THÈSE N°

**Incidence et moyens de prévention des pathologies
cardiovasculaires au cours du transport aérien :
Une revue de la littérature**

THÈSE POUR LE DIPLOME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement à Toulouse

Le 23 avril 2013

Par

Amandine BECK

Née le 17 novembre 1983, à Strasbourg

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. le Professeur Didier CARRIÉ Président
Mme le Professeur Nathalie DUMOITIER Juge
M. le Professeur Dominique CHAUVEAU Juge
Mme le Docteur Nadège LAUCHET Juge
M. le Docteur Alain GUILLON Directeur de Thèse



UNIVERSITE DE LIMOGES

Faculté de médecine

DOYEN DE LA FACULTE : Monsieur le Professeur Denis VALLEIX

ASSESEURS:

Monsieur le Professeur Marc LASKAR

Monsieur le Professeur Jean-Jacques MOREAU

Monsieur le Professeur Pierre-Marie PREUX

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS- PRATICIENS HOSPITALIERS :

ABOYANS Victor	CARDIOLOGIE
ACHARD Jean-Michel	PHYSIOLOGIE
ADENIS Jean-Paul	OPHTALMOLOGIE
ALAIN Sophie	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
ALDIGIER Jean-Claude	NEPHROLOGIE
ARCHAMBEAUD Françoise	MEDECINE INTERNE
ARNAUD Jean-Paul	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIE
AUBARD Yves	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
AUBRY Karine	O.R.L
BEDANE Christophe	DERMATOLOGIE-VENEREOLOGIE
BERTIN Philippe	THERAPEUTIQUE
BESSEDE Jean-Pierre	O.R.L
BONNAUD François	PNEUMOLOGIE
BORDESSOULE Dominique	HEMATOLOGIE
CHARISSOUX Jean-Louis	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIE
CLAVERE Pierre	RADIOTHERAPIE
CLEMENT Jean-Pierre	PSYCHIATRIE D'ADULTES
COGNE Michel	IMMUNOLOGIE
COLOMBEAU pierre	UROLOGIE
CORNU Elisabeth	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE
COURATIER Philippe	NEUROLOGIE
DANTOINE Thierry	GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT
DARDE Marie-Laure	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE
DAVIET Jean-Christophe	MEDECINE PHYSIQUE ET READAPTATION
DESCAZEAUD Aurélien	UROLOGIE
DESSPORT Jean-Claude	NUTRITION
DRUET-CABANAC Michel	MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL

DUMAS Jean-Philippe	UROLOGIE
ESSIG Marie	NEPHROLOGIE
FAUCHAIS Anne-Laure	MEDECINE INTERNE
FEISS Pierre	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
FEUILLARD Jean	HEMATOLOGIE
FOURCADE Laurent	CHIRURGIE INFANTILE
FUNALOT Benoît	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE CELLULAIRE
GAINANT Alain	CHIRURGIE DIGESTIVE
JACCARD Arnaud	HEMATOLOGIE
JAUBERTEAU-MARCHAN M.Odile	IMMUNOLOGIE
LABROUSSE François	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES
LACROIX Philippe	MEDECINE VASCULAIRE
LASKAR Marc	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE
LIENHARDT-ROUSSIE Anne	PEDIATRIE
LOUSTAUD-RATTI Véronique	HEPATOLOGIE
MABIT Christian	ANATOMIE
MAGY Laurent	NEUROLOGIE
MARQUET Pierre	PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE
MATHONNET Muriel	CHIRURGIE DIGESTIVE
MELLONI Boris	PNEUMOLOGIE
MERLE Louis	PHARMACOLOGIE CLINIQUE
MONTEIL Jacques	BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE
MOREAU Jean-Jacques	NEUROCHIRURGIE
MOULIES Dominique	CHIRURGIE INFANTILE
MOUNAYER Charbel	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE
NATHAN-DENIZOT Nathalie	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
PARAF François	MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE
PLOY Marie-Cécile	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
PREUX Pierre-Marie	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION
ROBERT Pierre-Yves	OPHTALMOLOGIE
SALLE Jean-Yves	MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION
SAUTEREAU Denis	GASTRO-ENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE
STURTZ Franck	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
TEISSIER-CLEMENT Marie-Pierre	ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES
TREVES Richard	RHUMATOLOGIE
TUBIANA-MATHIEU Nicole	CANCEROLOGIE
VALLAT Jean-Michel	NEUROLOGIE
VALLEIX Denis	ANATOMIE
VERGNENEGRE Alain	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION
VERGNE-SALLE Pascale	THERAPEUTIQUE
VIDAL Elisabeth	MEDECINE INTERNE
VIGNON Philippe	REANIMATION

VINCENT François	PHYSIOLOGIE
VIROT Patrice	CARDIOLOGIE
WEINBRECK Pierre	MALADIES INFECTIEUSES
YARDIN Catherine	CYTOLOGIE ET HISTOLOGIE

PROFESSEUR ASSOCIE À MI-TEMPS

BUCHON Daniel	MEDECINE GENERALE
BUISSON Jean- Gabriel	MEDECINE GENERALE
DUMOITIER Nathalie	MEDECINE GENERALE
PREVOST Martine	MEDECINE GENERALE

MAÎTRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITÉS- PRATICIEN HOSPITALIER

AJZENBERG Daniel	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE
ANTONINI Marie-Thérèse	PHYSIOLOGIE
BOURTHOUMIEU Sylvie	CYTOLOGIE ET HISTOLOGIE
BOUTEILLE Bernard	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE
CHABLE Hélène	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
DURAND-FOONTANIER Sylviane	ANATOMIE
ESCLAIRE Françoise	BIOLOGIE MOLECULAIRE
HANTZ Sébastien	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
LAROCHE Marie-Laure	PHARMACOLOGIE CLINIQUE
LE GUYADER Alexandre	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE
MARIN Benoît	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION
MOUNIER Marcelle	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
PICARD Nicolas	PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE
QUELVEN-BERTIN Isabelle	BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE
TERRO Faraj	BIOLOGIE CELLULAIRE
MENARD Dominique	MEDECINE GENERALE
BONNETBLANC Jean-Marie	Professeur des universités Emérite
DENIS François	Professeur des universités Emérite
SAUVAGE Jean-Pierre	Professeur des universités Emérite
VANDROUX Jean-Claude	Professeur des universités Emérite

TABLEAU DU PERSONNEL HU

Des Facultés de Médecine de l'Université Paul Sabatier

AU 1^{er} Septembre 2011

HONORARIAT

Doyen Honoraire	M. LAZORTES G.	Professeur Honoraire	M. BOUNHORE
Doyen Honoraire	M. PUEL P.	Professeur Honoraire	M. PONTONNIER G.
Doyen Honoraire	M. GUIRAUD-CHAUMEIL B.	Professeur Honoraire	M. CARTON
Doyen Honoraire	M. LAZORTES Y.	Professeur Honoraire	Mme PUEL J.
Doyen Honoraire	M. CHAP H.	Professeur Honoraire	M. GOUZI
Professeur Honoraire	M. COMMANAY	Professeur Honoraire associé	M. DUTAU
Professeur Honoraire	M. CLAUX	Professeur Honoraire	M. PONTONNIER F.
Professeur Honoraire	M. ESCHAPASSE	Professeur Honoraire	M. PASCAL JP
Professeur Honoraire	Mme ENJALBERT	Professeur Honoraire	M. MURAT
Professeur Honoraire	M. GAYRAL	Professeur Honoraire	M. SALVADOR M.
Professeur Honoraire	M. GEDEON	Professeur Honoraire	M. SOLEILHAVOUP
Professeur Honoraire	M. PASQUIE	Professeur Honoraire	M. BONEU
Professeur Honoraire	M. RIBAUT	Professeur Honoraire	M. BAYARD
Professeur Honoraire	M. SARRASIN	Professeur Honoraire	M. LEOPHONTE
Professeur Honoraire	M. GAY	Professeur Honoraire	M. FABIE
Professeur Honoraire	M. DOUSTE-BLAZY L.	Professeur Honoraire	M. BARTHE
Professeur Honoraire	M. ARLET J.	Professeur Honoraire	M. CABARROT
Professeur Honoraire	M. RIBET	Professeur Honoraire	M. GHISOLFI
Professeur Honoraire	M. MONROZIES	Professeur Honoraire	M. DUFFAUT
Professeur Honoraire	M. MIGUERES	Professeur Honoraire	M. ESCAT
Professeur Honoraire	M. DALOUS	Professeur Honoraire	M. ESCANDE
Professeur Honoraire	M. DUPRE	Professeur Honoraire	M. SARRAMON
Professeur Honoraire	M. FABRE J.	Professeur Honoraire	M. CARATERO
Professeur Honoraire	M. FEDOU	Professeur Honoraire	M. CONTÉ
Professeur Honoraire	M. LARENG	Professeur Honoraire	M. ALBAREDE
Professeur Honoraire	M. DUCOS	Professeur Honoraire	M. PRIS
Professeur Honoraire	M. GALINIER	Professeur Honoraire	M. CATHALA
Professeur Honoraire	M. LACOMME	Professeur Honoraire	M. BAZEX
Professeur Honoraire	M. BASTIDE	Professeur Honoraire	M. ADER
Professeur Honoraire	M. COTONAT	Professeur Honoraire	M. VIRENQUE
Professeur Honoraire	M. DAVID	Professeur Honoraire	M. CARLES
Professeur Honoraire	Mme DIDIER	Professeur Honoraire	M. LOUVET
Professeur Honoraire	M. GAUBERT	Professeur Honoraire	M. BONAFÉ
Professeur Honoraire	M. GUILHEM	Professeur Honoraire	M. VAYSSE
Professeur Honoraire	Mme LARENG M.B.	Professeur Honoraire	M. ESQUERRE
Professeur Honoraire	M. BES	Professeur Honoraire	M. GUITARD
Professeur Honoraire	M. BERNADET	Professeur Honoraire	M. LAZORTES F.
Professeur Honoraire	M. GARRIGUES	Professeur Honoraire	M. ROQUE-LATRILLE
Professeur Honoraire	M. REGNIER	Professeur Honoraire	M. CERENE
Professeur Honoraire	M. COMBELLES	Professeur Honoraire	M. FOURNIAL
Professeur Honoraire	M. REGIS	Professeur Honoraire	M. HOFF
Professeur Honoraire	M. ARBUS	Professeur Honoraire	M. REME
Professeur Honoraire	M. LARROUY	Professeur Honoraire	M. FAUVEL
Professeur Honoraire	M. JUSKIEWENSKI	Professeur Honoraire	M. BOCCALON
Professeur Honoraire	M. PUJOL	Professeur Honoraire	M. FREXINOS
Professeur Honoraire	M. ROCHICCIOLI	Professeur Honoraire	M. CARRIERE
Professeur Honoraire	M. RUMEAU	Professeur Honoraire	M. MANSAT M.
Professeur Honoraire	M. PAGES	Professeur Honoraire	M. ROLLAND
Professeur Honoraire	M. BESOMBES	Professeur Honoraire	M. THOUVENOT
Professeur Honoraire	M. GUIRAUD	Professeur Honoraire	M. CAHUZAC
Professeur Honoraire	M. SUC	Professeur Honoraire	M. RIBOT
Professeur Honoraire	M. VALDIGUIE	Professeur Honoraire	M. DELSOL
Professeur Honoraire	M. COSTAGLIOLA	Professeur Honoraire	Mme ARLET

Professeurs Emérites

Professeur GHISOLFI	Professeur CARATERO
Professeur JUSKIEWENSKI	Professeur GUIRAUD-CHAUMEIL
Professeur LARROUY	Professeur COSTAGLIOLA
Professeur ALBAREDE	Professeur JL. ADER
Professeur CONTÉ	Professeur Y. LAZORTES
Professeur MURAT	Professeur L. LARENG
Professeur MANELFE	Professeur F. JOFFRE
Professeur LOUVET	Professeur J. CORBERAND
Professeur SOLEILHAVOUP	Professeur B. BONEU
Professeur SARRAMON	

P.U. - P.H.
Classe Exceptionnelle et 1ère classe

M. AMAR J.	Thérapeutique
M. ADOUE D.	Médecine Interne, Gériatrie
M. ATTAL M. (C.E)	Hématologie
M. ARNE J.L. (C.E)	Ophthalmologie
M. BLANCHER A.	Immunologie (option Biologique)
M. BONNEVILLE P.	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie.
M. BOSSAVY J.P.	Chirurgie Vasculaire
M. BROUSSET P. (C.E)	Anatomie Pathologique
M. BUGAT R.(C.E)	Cancérologie
M. CARRIE D.	Cardiologie
M. CHAP H. (C.E)	Biochimie
M. CHAUVEAU D.	Néphrologie
M. CHOLLET F. (C.E)	Neurologie
M. CLANET M. (C.E)	Neurologie
M. DAHAN M. (C.E)	Chirurgie Thoracique et Cardiaque
M. DABERNAT H.	Bactériologie-Virologie
M. DALY-SCHWEITZER N.	Cancérologie
M. DEGUINE O.	O.R.L.
M. DUCOMMUN B.	Cancérologie
M. FERRIERES J.	Epidémiologie, Santé Publique
M. FRAYSSE B. (C.E)	O.R.L.
M. IZOPET J.	Bactériologie-Virologie
M. LIBLAU R.	Immunologie
M. LANG T.	Biostatistique Informatique Médicale
M. LANGIN D.	Nutrition
M. LAUQUE D.	Médecine Interne
M. MAGNAVAL J.F.	Parasitologie
M. MALAUAUD B.	Urologie
M. MARCHOU B.	Maladies Infectieuses
M. MONROZIES X.	Gynécologie Obstétrique
M. MONTASTRUC J.L. (C.E)	Pharmacologie
M. MOSCOVICI J	Anatomie et Chirurgie Pédiatrique
Mme MOYAL E.	Cancérologie
Mme NOURHASEMI F.	Gériatrie
M. OLIVES J.P.	Pédiatrie
M. OSWALD E.	Bactériologie-Virologie
M. PARINAUD J.	Biol. Du Dévelop. et de la Reprod.
M. PERRET B. (C.E)	Biochimie
M. POURRAT J.	Néphrologie
M. PRADERE B.	Chirurgie Générale
M. QUERLEU D. (C.E)	Cancérologie
M. RAILHAC J.J. (C.E)	Radiologie
M. RASCOL O.	Pharmacologie
M. RISCHMANN P.	Urologie
M. RIVIERE D.	Physiologie
M. SALES DE GAUZY J.	Chirurgie Infantile
M. SERRE G. (C.E)	Biologie Cellulaire
M. SIMON J.	Biophysique
M. TELMON N.	Médecine Légale
M. TREMOULET M.	Neurochirurgie
M. VINEL J.P. (C.E)	Hépatogastro-entérologie
M. VOIGT J.J. (C.E.)	Anatomie Pathologique

P.U. - P.H.
2ème classe

Mme BEYNE-RAUZY O.	Médecine Interne
M. BIRMES Philippe	Psychiatrie
M. BRASSAT D.	Neurologie
M. BUREAU Ch.	Hépatogastro-entéro
M. CALVAS P.	Génétique
M. CARRERE N.	Chirurgie Générale
Mme CASPER Ch.	Pédiatrie
M. CHAIX Y.	Pédiatrie
M. COGNARD C.	Neuroradiologie
M. DE BOISSEZON X.	Médecine Physique et Réadapt Fonct.
M. FOURCADE O.	Anesthésiologie
M. FOURNIE B.	Rhumatologie
M. FOURNIÉ P.	Ophthalmologie
Mme GENESTAL M.	Réanimation Médicale
Mme LAMANT L.	Anatomie Pathologique
M. LAROCHE M.	Rhumatologie
M. LAUWERS F.	Anatomie
M. LEOBON B.	Chirurgie Thoracique et Cardiaque
M. MANSAT P.	Chirurgie Orthopédique
M. MAZIERES J.	Pneumologie
M. MOLINIER L.	Epidémiologie, Santé Publique
M. PAOLI J.R.	Chirurgie Maxillo-Faciale
M. PARANT O.	Gynécologie Obstétrique
M. PATHAK A.	Pharmacologie
M. PAUL C.	Dermatologie
M. PAYOUX P.	Biophysique
M. PAYRASTRE B.	Hématologie
M. PORTIER G.	Chirurgie Digestive
M. PERON J.M.	Hépatogastro-entérologie
M. RECHER Ch.	Hématologie
M. RONCALLI J.	Cardiologie
M. SANS N.	Radiologie
M. SOL J-Ch.	Neurochirurgie
Mme WEBER-VIVAT M.	Biologie cellulaire

P.U.

M. OUSTRIC S.	Médecine Générale
---------------	-------------------

Professeur Associé de Médecine Générale
Dr. POUTRAIN J.Ch

P.U. - P.H.
Classe Exceptionnelle et 1ère classe

M. ABBAL M.	Immunologie
M. ALRIC L.	Médecine Interne
M. ARLET Ph. (C.E.)	Médecine Interne
M. ARNAL J.F.	Physiologie
Mme BERRY I.	Biophysique
M. BOUTAULT F. (C.E)	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale
M. BUSCAIL L.	Hépatogastro-entérologie
M. CANTAGREL A.	Rhumatologie
M. CARON Ph.	Endocrinologie
M. CHAMONTIN B. (C.E)	Thérapeutique
M. CHAVOIN J.P. (C.E.)	Chirurgie Plastique et Reconstructive
M. CHIRON Ph.	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie
Mlle DELISLE M.B. (C.E)	Anatomie Pathologie
M. DIDIER A.	Pneumologie
M. DURAND D. (C.E)	Néphrologie
M. ESCOURROU J. (C.E)	Hépatogastro-entérologie
M. FOURTANIER G. (C.E)	Chirurgie Digestive
M. GALINIER M.	Cardiologie
M. GERAUD G.	Neurologie
M. GLOCK Y.	Chirurgie Cardio-Vasculaire
M. GRAND A. (CE)	Epidémiol. Eco. de la Santé et Prévention
Mme HANAIRE H.	Endocrinologie
M. LAGARRIGUE J. (C.E.)	Neurochirurgie
M. LARRUE V.	Neurologie
M. LAURENT G. (C.E.)	Hématologie
M. LEVADE T.	Biochimie
M. MALECAZE F. (C.E)	Ophthalmologie
Mme MARTY N.	Bactériologie Virologie Hygiène
M. MASSIP P.	Maladies Infectieuses
M. MAZIERES B.	Rhumatologie
M. PESSEY J.J. (C.E)	O. R. L.
M. PLANTE P.	Urologie
M. PUGET J. (C.E.)	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie
M. RAYNAUD J-Ph.	Psychiatrie Infantile
M. REME J.M.	Gynécologie-Obstétrique
M. RITZ P.	Nutrition
M. ROCHE H. (C.E)	Cancérologie
M. ROSTAING L.	Néphrologie
M. ROUGE D. (C.E)	Médecine Légale
M. ROUSSEAU H.	Radiologie
M. SALVAYRE R. (C.E.)	Biochimie
M. SAMI E K. (C.E)	Anesthésiologie Réanimation
M. SCHMITT L. (C.E)	Psychiatrie
M. SENARD J.M.	Pharmacologie
M. SERRANO E.	O. R. L.
M. SOULIE M.	Urologie
M. SUC B.	Chirurgie Digestive
Mme TAUBER M.T.	Pédiatrie
M. VELLAS B. (C.E)	Gériatrie

P.U. - P.H.
2ème classe

M. ACAR Ph.	Pédiatrie
Mme ANDRIEU S.	Epidémiologie
M. BERRY A.	Parasitologie
M. BONNEVILLE F.	Radiologie
M. BROUCHET L.	Chir. Thoracique et cardio-vasculaire
M. BUJAN L.	Uro-Andrologie
Mme BURA-RIVIERE A.	Médecine Vasculaire
M. CHABANON G.	Bactériologie Virologie
M. CHAYNES P.	Anatomie
M. CHAUFOUR X.	Chirurgie Vasculaire
M. CONSTANTIN A.	Rhumatologie
M. COURBON F.	Biophysique
Mme COURTADE SAIDI M.	Histologie Embryologie
M. DAMBRIN C.	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire
M. DECRAMER S.	Pédiatrie
M. DELABESSE E.	Hématologie
M. DELORD J.P.	Cancérologie
M. ELBAZ M.	Cardiologie
M. GALINIER Ph.	Chirurgie Infantile
M. GOURDY P.	Endocrinologie
M. GROLLEAU RAOUX J.L.	Chirurgie plastique
Mme GUIMBAUD R	Cancérologie
M. KAMAR N.	Néphrologie
M. LEGUEVAQUE P.	Chirurgie Générale et Gynécologie
M. MARQUE Ph	Médecine Physique et Réadaptation
Mme MAZEREEUW J	Dermatologie
M. MINVILLE V.	Anesthésiologie Réanimation
M. OTAL Ph	Radiologie
M. ROLLAND Y.	Gériatrie
M. ROUX F.E.	Neurochirurgie
M. SAILLER L.	Médecine Interne
M. SELVES J.	Anatomie Pathologique
M. SOULAT J.M.	Médecine du Travail
M. TACK I.	Physiologie
M. VAYSSIERE Ch.	Gynécologie Obstétrique
M. VERGEZ S.	O.R.L.
Mme URO-COSTE E.	Anatomie Pathologique

Professeur Associé de Médecine Générale
Dr VIDAL M.

Professeur Associé en Soins Palliatifs
Dr MARMET Th.

Professeur Associé de Médecine du Travail
Dr NIEZBORALA M.

M.C.U. - P.H.

M. APOIL P. A	Immunologie
Mme ARNAUD C.	Epidémiologie
M. BIETH E.	Génétique
Mme BONGARD V.	Epidémiologie
Mme COURBON C.	Pharmacologie
Mme CASPAR BAUGUIL S.	Nutrition
Mme CASSAING S.	Parasitologie
Mme CONCINA D.	Anesthésie-Réanimation
M. CONGY N.	Immunologie
M. CORRE J.	Hématologie
M. COULAIS. Y.	Biophysique
Mme DAMASE C.	Pharmacologie
Mme de GLISEZENSKY I.	Physiologie
Mme DELMAS C.	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme DE-MAS V.	Hématologie
Mme DUGUET A.M.	Médecine Légale
Mme DULY-BOUHANICK B.	Thérapeutique
M. DUPUI Ph.	Physiologie
Mme FAUVEL J.	Biochimie
Mme FILLAUX J.	Parasitologie
M. GANTET P.	Biophysique
Mme GENNERO I.	Biochimie
M. HAMDI S.	Biochimie
Mme HITZEL A.	Biophysique
M. JALBERT F.	Stomato et Maxillo Faciale
Mme LAPEYRE MESTRE M.	Pharmacologie
M. LAURENT C.	Anatomie Pathologique
Mme LE TINNIER A.	Médecine du Travail
M. LOPEZ R.	Anatomie
M. MONTOYA R.	Physiologie
Mme MOREAU M.	Physiologie
Mme NOGUEIRA M.L.	Biologie Cellulaire
M. PARIENTE J.	Neurologie
M. PILLARD F.	Physiologie
Mme PRERE M.F.	Bactériologie Virologie
Mme PUISSANT B.	Immunologie
Mme RAGAB J.	Biochimie
Mme RAYMOND S.	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme SABOURDY F.	Biochimie
Mme SAUNE K.	Bactériologie Virologie
Mme SOLER V.	Ophtalmologie
Mme SOMMET A.	Pharmacologie
M. TAFANI J.A.	Biophysique
Mlle TREMOLLIÈRES F.	Biologie du développement
M. TRICOIRE J.L.	Anatomie et Chirurgie Orthopédique
M. VINCENT C.	Biologie Cellulaire

M.C.U. - P.H.

Mme ABRAVANEL F.	Bactério. Virologie Hygiène
Mme ARCHAMBAUD M.	Bactério. Virologie Hygiène
M. BES J.C.	Histologie - Embryologie
Mme BROUCHET-GOMEZ A.	Anatomie Pathologique
M. CAMBUS J.P.	Hématologie
Mme CANTERO A.	Biochimie
Mme CARFAGNA L.	Pédiatrie
Mme CASSOL E.	Biophysique
Mme CAUSSE E.	Biochimie
Mme CLAVE D.	Bactériologie Virologie
M. CLAVEL C.	Biologie Cellulaire
Mme COLLIN L.	Cytologie
M. DE BOISSEZON X.	Médecine Physique et Réadaptation
M. DEDOUIT F.	Médecine Légale
M. DE GRAEVE J.S.	Biochimie
M. DELOBEL P.	Maladies Infectieuses
M. DELPLA P.A.	Médecine Légale
Mme ESQUIROL Y.	Médecine du travail
Mme ESCOURROU G.	Anatomie Pathologique
Mme GALINIER A.	Nutrition
Mme GARDETTE V.	Epidémiologie
Mme GRARE M.	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme GUILBEAU-FRUGIER C.	Anatomie Pathologique
M. HUYGHE E.	Urologie
Mme INGUENEAU C.	Biochimie
M. LAHARRAGUE P.	Hématologie
Mme LAPRIE A.	Cancérologie
M. LEANDRI R.	Biologie du dével. et de la reproduction
M. MARCHEIX B.	Chirurgie Cardio Vasculaire
M. MARQUES B.	Histologie - Embryologie
Mme MAUPAS F.	Biochimie
M. MIEUSSET R.	Biologie du dével. et de la reproduction
Mme M'RINI C.	Physiologie
M. MUSCARI F.	Chirurgie Digestive
Mme PERIQUET B.	Nutrition
Mme PRADDAUDE F.	Physiologie
M. PRADERE J.	Biophysique
M. RAMI J.	Physiologie
M. RIMAILHO J.	Anatomie et Chirurgie Générale
M. RONGIERES M.	Anatomie - Chirurgie orthopédique
M. TKACZUK J.	Immunologie
M. VALLET P.	Physiologie
Mme VEZZOSI D.	Endocrinologie
M. VICTOR G.	Biophysique
	M.C.U.
M. BISMUTH S.	Médecine Générale

Maîtres de Conférences Associés de Médecine Générale

Dr MESTHÉ P.
Dr STILLMUNKES A.

Dr ESCOURROU B.
Dr BISMUTH M.

Octobre 2011

Remerciements

À Monsieur le Professeur Didier Carrié,

Professeur des universités - Praticien hospitalier

Chef de service de cardiologie - CHU Toulouse Hôpital de Rangueil

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

À Madame le Professeur Nathalie Dumoitier,

Professeur des universités associé à mi-temps - Faculté de médecine de Limoges

Médecin généraliste

Nous vous sommes très reconnaissants d'avoir accepté de participer au jury de soutenance de ma thèse. Votre connaissance de la médecine générale m'a aidée à apprendre mon métier, votre humanité m'a appris à l'aimer. Merci.

À Monsieur le Professeur Dominique Chauveau,

Professeur des universités - Praticien hospitalier

Chef de service de néphrologie et immunologie clinique - CHU Toulouse Hôpital de Rangueil

Nous sommes très reconnaissants de vous trouver parmi nos juges.

Soyez assuré de notre profonde gratitude.

À Madame le Docteur Nadège Lauchet,

Chef de clinique - Faculté de médecine de Limoges

Médecin généraliste

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

À Monsieur le Docteur Alain Guillon,

Praticien Hospitalier - CH Tulle

Cardiologue

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

À mes parents,

Vous m'avez transmis vos valeurs et votre amour, qui m'ont menée jusque là aujourd'hui. Vous m'avez soutenu dans mes difficultés et dans mes choix pendant toutes ces années. Je vous en remercie.

À Olivier,

Pour ton amour, ton optimisme et la stabilité que tu apportes à ma vie. Merci pour tes précieux conseils en aéronautique et ton aide pour la mise en page de ma thèse.

À Virginie, Guillaume et Mathilde, pour le bonheur d'avoir grandi à vos côtés.

Une pensée particulière à Mathilde et Sofiène, qui seront à ma place dans quelques années.

La médecine est une discipline si exigeante mais tellement passionnante...

Et à Inès, futur docteur en médecine vétérinaire dans quelques mois.

À mon grand-père, à ma famille et ma belle-famille, qui m'aident à garder le sens des priorités...

À mes amis, à Audrey, Alice et Manon, à nos premiers pas à l'hôpital, à nos soirées et à nos petits week-end qui grâce à l'internat permettent de redécouvrir les régions de France ! Merci pour ces beaux moments partagés ensemble pendant ces années de médecine à Marseille.

À Caroline et Benjamin, pour leur amitié et leur soutien pendant toutes ces années.

À mes co-internes qui ont été un soutien pendant ces semestres d'internat et à mes co-internes de DESC de médecine d'urgence.

À toutes les personnes que j'ai pu rencontrer durant mes études qui m'ont transmis leurs savoirs, m'ont permis de progresser et de devenir le médecin que je serai.

À tous ceux et celles que j'aimais et dont la vie m'a séparée.

Table des matières

Remerciements	9
Introduction	13
1. Physiologie aéronautique	14
1.1. L'environnement de la cabine	14
1.1.1. L'atmosphère.....	14
1.1.2. Pression atmosphérique.....	17
1.1.3. Ambiance thermo-hygrométrique	18
1.1.4. Les accélérations	19
1.1.5. La pressurisation des cabines d'avion	19
1.2. Effets physiologiques sur l'organisme	20
1.2.1. Facteur de stress	20
1.2.2. Dysbarisme.....	21
1.2.3. L'hypoxie	23
1.2.4. Conséquences des accélérations	27
1.2.5. Vibrations et turbulences.....	27
1.2.6. Conséquences des variations thermo-hydriques.....	28
1.2.7. Effets des décalages horaires, ou « Jet lag »	28
1.2.8. Rayonnement cosmique	28
1.2.9. Disposition des sièges et immobilité.....	29
2. Pathologies du transport aérien et recommandations.....	30
2.1. Pathologies cardiaques	30
2.2. Pathologies thromboemboliques	35
2.3. Autres pathologies.....	35
2.3.1. Pathologies respiratoires	35
2.3.2. Pathologies ORL	37
2.3.3. Odontologie.....	39
2.3.4. Neurologie.....	39
2.3.5. Pathologie psychiatrique	40
2.3.6. Pathologies digestives	40
2.3.7. Le diabète	41
2.3.8. L'hématologie	42
2.3.9. L'ophtalmologie	42
2.3.10. La chirurgie	42

2.3.11. Cas particulier de la grossesse.....	43
2.3.12. Pédiatrie.....	44
2.3.13. Vol et plongée	45
2.3.14. Le mal de l'air ou aérocinétose	45
2.3.15. La maladie de décompression d'altitude	46
2.3.16. La décompression explosive	47
3. Incidents médicaux survenant à bord d'un vol.....	50
3.1. Etat des lieux	50
3.2. La formation du personnel navigant commercial.....	52
3.3. La responsabilité du médecin passager : Aspect juridique.....	53
3.4. La trousse médicale d'urgence	57
4. Etude.....	69
4.1. Objectifs de l'étude	69
4.2. Matériel et méthode.....	70
4.2.1. Stratégie de recherche documentaire.....	70
4.2.2. Critères d'inclusion et d'exclusion.....	71
4.2.3. Critères de qualité.....	71
4.2.4. Sélection des articles	72
4.3. Résultats	74
4.3.1. Urgences cardiovasculaires en vol	74
4.3.2. Pathologies coronariennes.....	86
4.3.3. Troubles du rythme et voyage aérien	94
4.3.4. Insuffisance cardiaque et aptitude au vol	97
4.3.5. Quels moyens de prévention : Identifier les patients à risque.....	98
4.3.6. Pathologies thromboemboliques	109
4.3.7. Evacuation sanitaire d'un patient ayant une pathologie cardiovasculaire.....	127
4.4. Discussion	133
4.4.1. Les bases de données.....	133
4.4.2. Analyse des résultats	133
Conclusion.....	139
Références bibliographiques	140
Glossaire.....	151
Table des annexes.....	152

Introduction

Voler est un vieux rêve, le mythe d'Icare le confirme. Invention majeure du 20^{ème} siècle, l'aviation est aussi une formidable aventure humaine.

Depuis plus d'un siècle, de brillants visionnaires se sont attachés à réaliser ce vieux rêve de l'humanité. Le terme « avion » est créé en 1875 par l'ingénieur Français Clément Ader pour désigner sa série d'appareils volants. L'origine de ce mot serait un sigle : Appareil Volant Imitant un Oiseau et vient du latin "avis" qui signifie oiseau. En 1890, il est le premier à faire décoller l'appareil Eole qui ne sera toutefois pas homologué comme le premier vol. Suivi quatorze ans plus tard des frères Wright qui réussissent un premier vol contrôlé sur une plage de Caroline du Nord.

Les deux Guerres Mondiales contribueront de façon notable aux progrès de l'aviation.

En moins d'un siècle, les transports aériens auront révolutionné notre façon de voyager.

Trois milliards deux cents millions de passagers aériens ont été recensés en 2006. Selon l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale, le nombre de passager devrait doubler entre 2006 et 2020, dont un nombre croissant sur les vols longs courriers. Le trafic aérien dans le monde est en augmentation constante.

Vols plus longs, avions de plus grande capacité et un accès plus facile au transport aérien invitent les gens à voyager plus que jamais auparavant. Parallèlement, les progrès de la médecine sont importants, permettant ainsi l'augmentation de l'espérance de vie. Ces deux facteurs vont probablement conduire à une augmentation du nombre de passagers voyageant avec des problèmes de santé sous-jacents dans un proche avenir.

Dans cette population, les risques cardiovasculaires occupent une place importante.

De plus, la survenue d'un incident cardiovasculaire à bord d'un avion peut représenter, pour le transporteur, un enjeu économique et logistique lorsqu'un déroutement est envisagé et avoir, selon les compagnies et les pays, un impact juridique en terme de responsabilité médicale pour le praticien passager.

Ce travail a pour but de présenter, au travers d'une revue de la littérature, les incidents au cours d'un voyage en avion, les contre-indications et la prévention des pathologies cardiovasculaires afin d'aider au mieux le clinicien à conseiller ses patients avant un vol.

1. Physiologie aéronautique

1.1. L'environnement de la cabine

Les avions de ligne appelés avions de transport commercial de passagers volent à une altitude de croisière de 30 à 40'000 pieds (l'altitude s'exprimant toujours en pieds), correspondant à 9 à 12 km.

Les nouveaux avions (A380 et A350, ou B747-8 et 787) volent plutôt à des altitudes de 43'000 pieds (13 km). Le Concorde volait entre 16 et 18 km.

A cette altitude, toute vie est impossible eu égard à la baisse de la pression atmosphérique et de la température.

Dans l'impossibilité de rétablir une pression identique à celle du niveau de la mer, sous peine de trop alourdir la structure de l'avion, la pressurisation en cabine résulte d'un compromis entre ce qui est acceptable du point de vue technique et raisonnable d'un point de vue physiologique. L'altitude cabine moyenne varie selon les types d'avion : elle est d'environ 2130 m pour un Airbus A310, mais de 2400 m pour un A320.

1.1.1. L'atmosphère

L'atmosphère terrestre est la couche de gaz qui entoure notre planète.

Les vols longs courriers sont concernés par 2 couches de l'atmosphère : la troposphère essentiellement et la stratosphère.

La troposphère est la couche atmosphérique la plus basse et la plus dense. Sa hauteur varie du niveau de la mer 0 à une altitude de 7'000 mètres au-dessus des pôles et de 0 à 17'000 mètres au-dessus de l'équateur. Elle se caractérise par des phénomènes météorologiques, la présence de vapeur d'eau et l'abaissement progressif de la température avec l'altitude, selon un gradient de 0,6°C par 100 mètres jusqu'à une valeur moyenne de -56°C.

La stratosphère, au-dessus de la troposphère, s'étend jusqu'à 50'000 m et se caractérise par une raréfaction considérable de l'air, l'absence presque totale de vapeur d'eau ainsi que par un haut degré de rayonnement ultraviolet. C'est dans cette couche que volent les avions longs courriers.

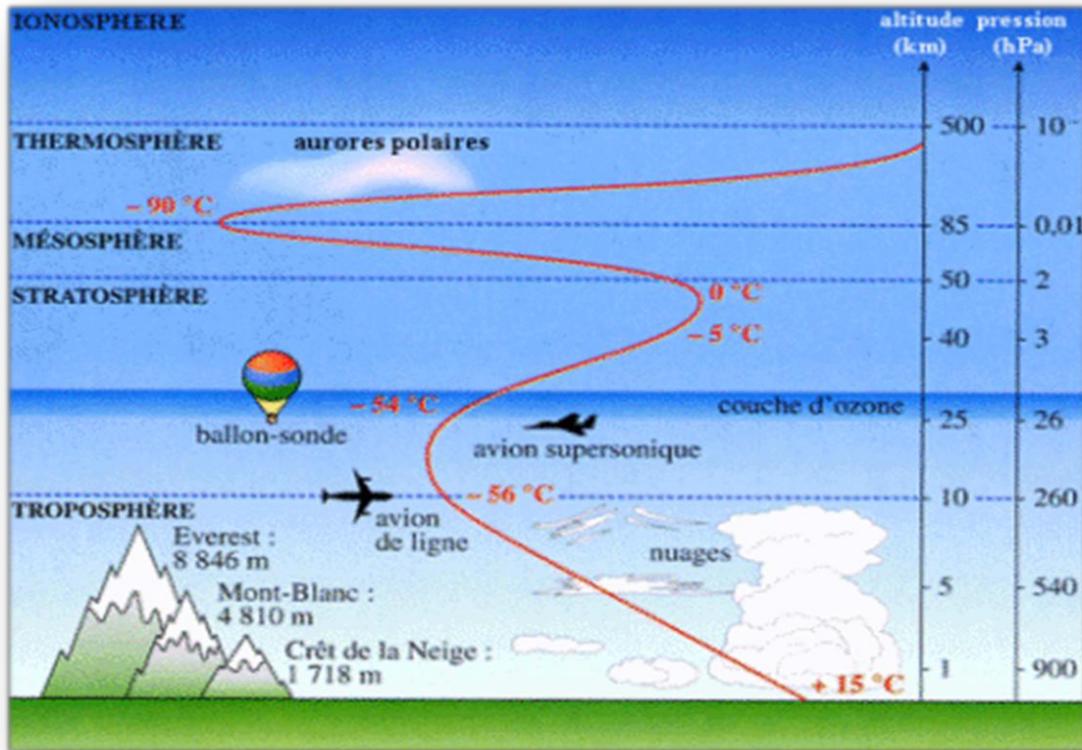


Figure 1. Atmosphère et vol aérien

1.1.1.1. Composition chimique de l'air

Elle ne varie pas dans les deux couches considérées : la composition de l'air 21 % de d'oxygène, 78 % d'azote et 1% de gaz carbonique et gaz rares est constante jusqu'à au moins 40 à 50 km d'altitude. Ce qui varie c'est la pression des gaz qui va en diminuant avec l'altitude. De même, la densité diminue avec l'altitude; ainsi, à 10'700 m, la densité est de 0,378 contre 1,225 au niveau de la mer.

La PaO₂, pression partielle de l'oxygène dans l'air (qui correspond à la masse d'oxygène par volume d'air) diminue dans les mêmes proportions que la pression barométrique. Il convient donc de maintenir dans l'avion une pression supérieure à celle qui existe à l'extérieur : la cabine est alors pressurisée.

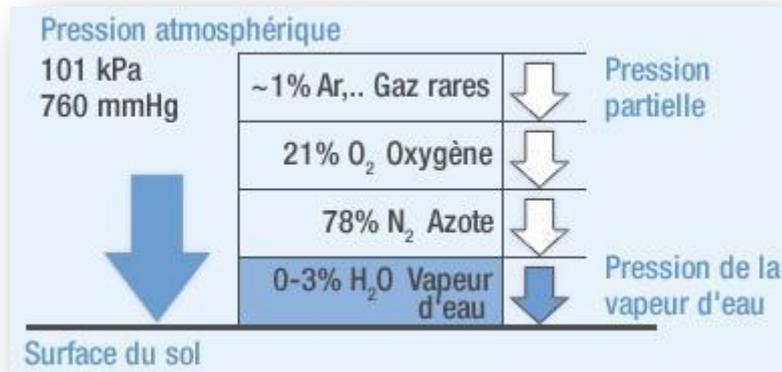


Figure 2. Pression partielle en Oxygène

1.1.1.2. L'atmosphère en cabine

L'atmosphère reconstituée en cabine est réalisée par un compresseur qui fait circuler l'air de l'extérieur de l'avion vers l'intérieur, permettant l'arrivée d'oxygène et le rejet de dioxyde de carbone.

En pratique, les conditions de vol en croisière à 10'700 m correspondent à la pression atmosphérique d'une altitude de 5'000 pieds (1 524 mètres) avec une hygrométrie de 10 à 0 % et une température ambiante de 18 °C. S'ajoute en avion, une atmosphère extrêmement sèche car l'air est prélevé à environ 10'000 m (en altitude de croisière). De surcroît, pour fournir une quantité suffisante d'oxygène aux passagers, l'air doit être souvent renouvelé et avec un débit important, ce qui majore encore la déshydratation.

La cabine pressurisée de l'avion est continuellement ventilée, normalement avec un mélange d'air extérieur (40-60%) et d'air de la cabine remis en circulation, celui-ci ayant fait l'objet d'un filtrage des particules à travers des filtres à air hautement efficaces (filtres HEPA). Les filtres HEPA sont du même niveau que ceux utilisés dans les salles d'opération et les unités de soins intensifs, et les tests effectués sur l'air de la cabine ont démontré que ces filtres suppriment efficacement les particules pathogènes en vol. Ces filtres doivent subir un entretien à des intervalles définis par les fabricants. Si le risque de propagation d'une maladie infectieuse via les systèmes de conditionnement de l'air de l'avion est infime, des infections sont susceptibles d'être transmises d'un passager infecté aux passagers assis à sa proximité immédiate, de la même manière que dans n'importe quel environnement où les personnes sont rapprochées.

Comme les filtres d'ozone sont recommandés pour tous les avions commerciaux, les problèmes de santé consécutifs à la présence d'ozone dans la cabine de l'avion, tels que l'irritation oculaire et des voies respiratoires, ont été en grande partie éliminés.

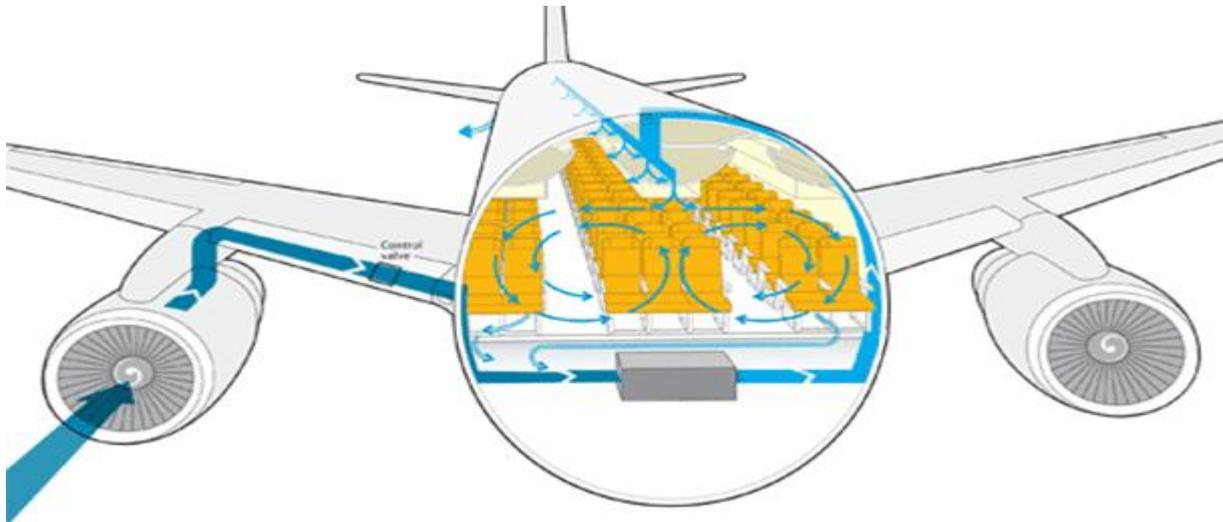


Figure 3. Atmosphère en cabine

1.1.2. Pression atmosphérique

L'air de l'atmosphère a un poids. Cette masse d'air est soumise à l'attraction terrestre et exerce donc une pression sur la surface de la terre : c'est la pression atmosphérique ou barométrique.

La pression atmosphérique diminue avec l'altitude : c'est l'hypobarie.

En effet, si la pression atmosphérique est égale à 760 mmHg au niveau de la mer, elle diminue de moitié à 5,5 km, des $\frac{3}{4}$ un peu au-dessus de 10 km et des $\frac{4}{5}$ vers 12 km.

Il est nécessaire de pressuriser les avions pour maintenir des pressions partielles confortables pour les passagers (loi de Boyle-Mariotte). La pression diminue, lors de la montée en altitude, et le volume des gaz augmente. Par contre, si la pression varie, la composition de l'atmosphère, du moins pour les gaz majeurs, est totalement stable dans tout le domaine d'altitude utilisé par l'aéronautique. Ceci signifie que, jusqu'à 30'000 m au moins, la fraction d'oxygène est constante et égale à 0,20946 (proche de 0,21). La pression partielle d'oxygène, produit de la pression totale par la fraction de ce gaz est donc une homothétie d'un facteur 0,21 de la courbe de pression barométrique. Pour des contraintes techniques (renforcement des parois de la cabine, contrôle de l'étanchéité, supplément de puissance, de poids et de consommation), les avions de ligne ne sont pas pressurisés à un niveau équivalent à celui de la

mer. L'altitude en vol varie entre 1524 et 2438 mètres correspondant à une pression atmosphérique minimale de 565 mmHg (contre 760 mmHg au niveau de la mer). De cette hypobarie résulte une baisse de la pression partielle en oxygène (PaO₂) et de la saturation de l'hémoglobine en oxygène.

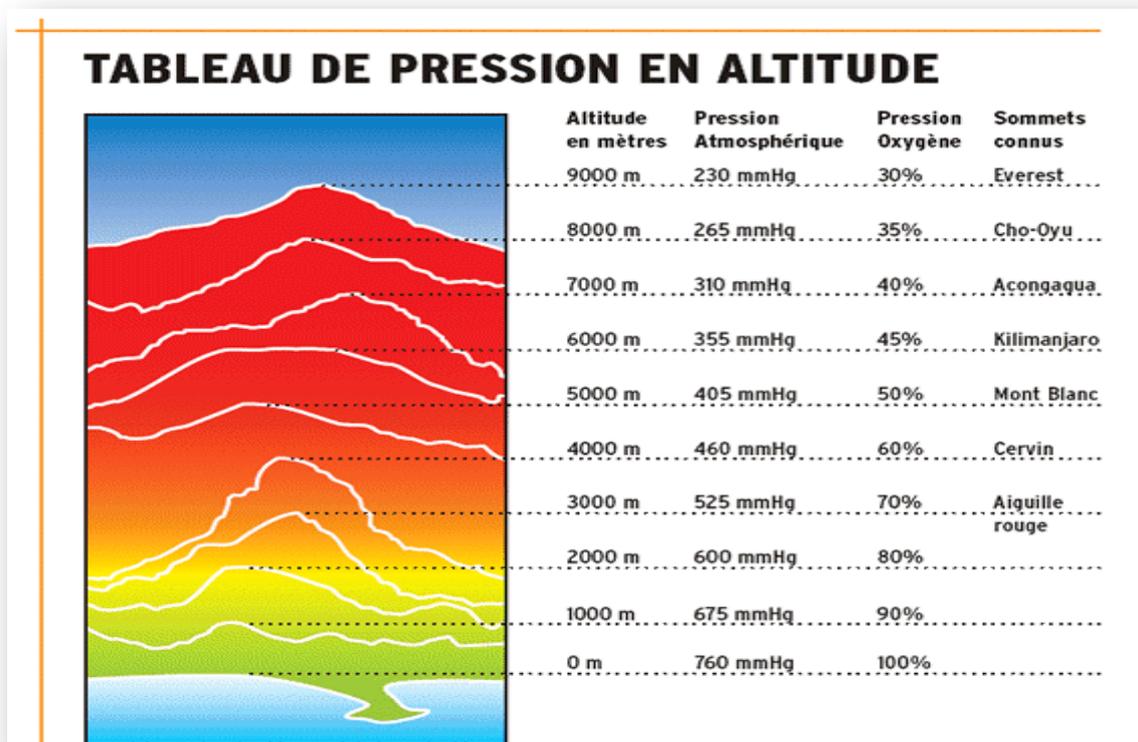


Figure 4. Tableau de pression en Altitude

1.1.3. Ambiance thermo-hygrométrique

1.1.3.1. La température

La température diminue avec l'altitude. En effet, le réchauffement de l'air dans l'atmosphère s'effectue au contact de la terre, de bas en haut, ce qui explique que la température décroît avec l'altitude. Cette diminution est de l'ordre de 6,5°C/1000m (soit 2°C/1000ft) jusqu'à 10'000 m. De 10'000 à 20'000 m, la température se maintient de façon constante aux alentours de -58 °C. La température en cabine est maintenue constante à 22°C environ.

1.1.3.2. L'hygrométrie

L'hygrométrie qui s'exprime en pourcentage, correspond à la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air. Elle peut aller de 0 % (air sec) à 100 % (air saturé d'humidité). Au cours du vol, l'hygrométrie varie beaucoup. Supérieure à 70 % au décollage, elle diminue au cours du vol, s'échelonne entre 10-20%, et la cabine est très rapidement asséchée pour atteindre des valeurs d'hygrométrie d'autant plus basses que le vol est long.

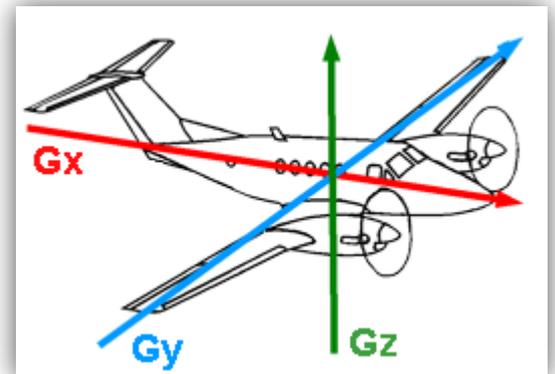
1.1.4. Les accélérations

On peut distinguer :

- les accélérations linéaires (m/s^2), où il n'y a qu'une variation de la vitesse, la direction du déplacement reste constante (cas de l'atterrissage et du décollage).
- Les accélérations radiales, où la vitesse reste constante mais où la direction varie (rencontrées dans les virages).
- Les accélérations angulaires, où la direction et la vitesse sont variables.

On peut également classer les accélérations en fonction de leurs effets sur le corps humain :

- les accélérations longitudinales, + ou - G_z , appliquées le long de l'axe tête-pieds
- les accélérations transversales, + ou - G_x , appliquées d'avant en arrière
- les accélérations latérales, + ou - G_y , appliquées d'une épaule à l'autre



Le poids du corps correspond à une accélération de 1 G.

Figure 5. Force d'accélération

1.1.5. La pressurisation des cabines d'avion

Le vol à altitude élevée permet de diminuer la consommation de carburant et, pour le confort des personnels et des voyageurs, d'échapper aux turbulences de la basse atmosphère. L'altitude moyenne de vol, sur les lignes moyen/long-courrier, est de l'ordre de 10 à 12'000 m, 13'000 m pour les avions en cours de développement ou pour un certain nombre d'avions d'affaire. Ces valeurs d'altitude sont incompatibles avec la vie, du moins sans dispositifs spéciaux de protection.

La pressurisation fait partie de ces techniques. Elle consiste à maintenir l'homme dans une enceinte sous pression par rapport à l'atmosphère extérieure, avec une ventilation importante qui évite les effets de confinement.

La réglementation internationale précise que tout avion de transport public volant à plus de 6'000 m (20'000 pieds) d'altitude doit être pressurisé. La pression dans la cabine doit se situer au-dessus d'une valeur minimale correspondant à une altitude de 2438 m (8'000 pieds).

Selon les modèles d'avions, l'altitude rétablie dans la cabine est comprise entre 5'000 et 8'000 pieds, soit entre 1500 et 2450 m, soit encore une diminution de 15 à 25% de la pression barométrique par rapport à sa valeur au niveau de la mer.

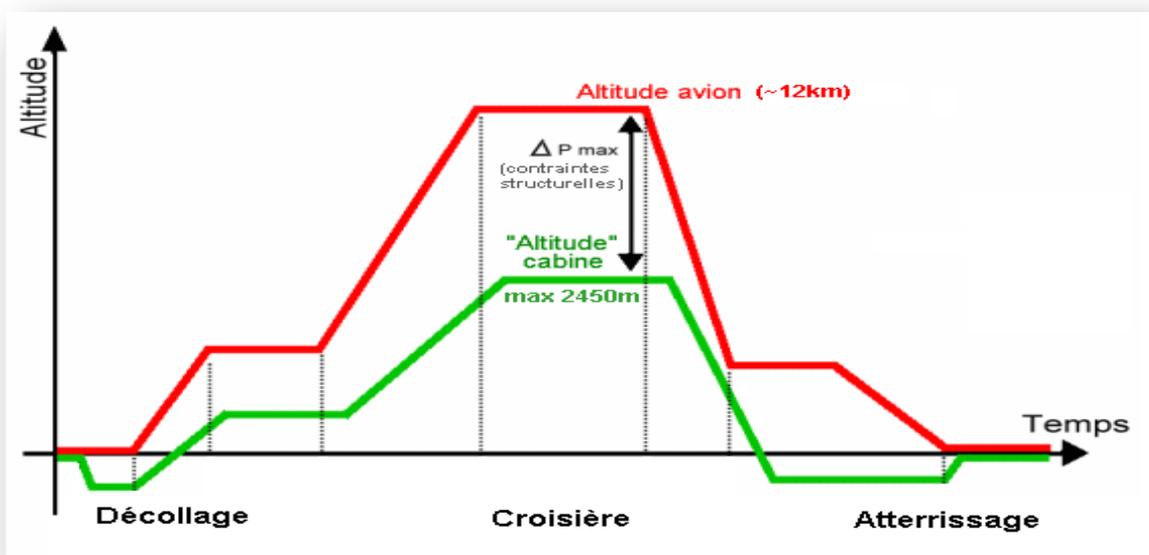


Figure 6. Variation de l'altitude en fonction des phases aéronautiques

1.2. Effets physiologiques sur l'organisme

L'environnement dans lequel le voyage se déroule crée des perturbations physiologiques dont le passager n'est pas toujours conscient.

1.2.1. Facteur de stress

Tous les vols que ce soit des courts ou longs courriers, imposent un stress sur tous les passagers. Les sources de stress qui précèdent le vol comprennent l'accès à l'aéroport et puis les contraintes liées à l'aéroport lui-même.

Avant le vol, l'agitation de l'aéroport, le transport de bagages lourds sur des longues distances, les attentes prolongées, le changement de porte d'embarquement en dernière minute

et les vols retardés sont les principaux facteurs perturbateurs. Pendant le vol, ce sont les baisses de pression atmosphérique et de pression partielle en oxygène, le bruit, les vibrations et turbulences, l'inconfort thermique, le faible taux d'humidité, le décalage horaire et l'exiguïté de places qui génèrent du stress. Il est possible qu'une part importante de la population éprouve une certaine crainte du voyage en avion, dont les symptômes s'échelonnent de la simple appréhension à l'évitement complet des voyages en avion.

1.2.2. Dysbarisme

Durant le vol les passagers se retrouvent exposés à un hypobarisme partiellement compensé. La pression diminue, lors de la montée en altitude, et le volume des gaz augmente, ce qui se traduit chez l'homme par une expansion des cavités closes responsable d'inconfort durant le vol (loi de Boyle-Mariotte).

De cet hypobarisme résulte surtout une hypoxie d'altitude.

En effet, la chute de la pression barométrique en oxygène dans l'air expiré (loi de Henry et Dalton), a pour conséquence une diminution de la pression partielle en oxygène alvéolaire (PaO₂), mais aussi de la saturation de l'hémoglobine en oxygène (SaO₂).

Chez un sujet sain, à 2438m d'altitude, la saturation de l'hémoglobine en oxygène chute à 93%. La pression partielle en O₂ du sang diminue avec l'altitude et à 8'000 pieds (2438 mètres) la PaO₂ est de 68 mmHg avec une saturation en O₂ de 93 %.

De cette hypoxie résultera une hyperventilation, une hypocapnie et une accélération du rythme cardiaque sans conséquence chez le sujet sain. Cependant c'est un facteur à prendre en compte chez les patients atteints d'affections cardio-respiratoires.

Tableau 1 – Variation des constantes atmosphériques en fonction de l'altitude

Altitude en mètres	Pression en hPa	Température en °C	Densité de l'air en g/l	PaO ₂ en mmHg	SaO ₂ en %
Niveau de la mer	1 013,2	+ 15	1,225	103	98
1 524	840	+ 5,25	1,0599	81	94
2 438	750	- 1,5	0,957	68	93
6 000	472	- 24	0,659		
10 700	238	- 58	0,378		
15 000	120	- 56,5	0,194		

Tableau 1. Variation des constantes atmosphériques en fonction de l'altitude

1.2.2.1. Les conséquences physiopathologiques de l'exposition à l'hypobarie d'altitude

L'hypobarie de cabine précédemment décrite engendre essentiellement deux conséquences : le dysbarisme et l'hypoxie.

L'exposition de l'homme à l'altitude fait apparaître divers types de troubles. Des gaz sont en effet contenus dans l'organisme sous plusieurs formes :

- a) **gaz occlus dans des cavités closes ou semi closes de l'organisme** (cavités ORL, poumons, tube digestif, etc.). Les variations de volume sont limitées par les capacités élastiques des viscères qui les contiennent; lorsque celles-ci sont insuffisantes, des lésions de distension ou de déchirures apparaissent. Elles sont connues sous le nom de **barotraumatismes**.
- b) **gaz dissous dans les liquides biologiques** et, plus généralement, dans tous les tissus de l'organisme, en fonction de la pression ambiante (*loi de Henry*). Lorsque la pression ambiante diminue rapidement, ces gaz sont en excès (*sursaturation*). Les conséquences physiopathologiques dues à l'excès de gaz dissous sont connues sous le nom d'**aéroembolisme**, ou **maladie de décompression**.
- c) **gaz combinés chimiquement dans l'organisme**, oxygène et dioxyde de carbone. L'insuffisance d'oxygène est connue sous le nom d'**hypoxie**.

1.2.2.2. Conséquences des variations de pression et barotraumatismes

Les variations de pression atmosphérique entraînent des variations de volume de gaz et en particulier de l'air à une température constante selon la loi de Boyle-Mariotte :

$$P \times V = C \quad \text{soit : } \textit{Pression} \times \textit{Volume} = \textit{Constante, pour} \\ \textit{une température donnée constante}$$

La pression d'un gaz est inversement proportionnelle à son volume, pendant la montée en avion, la pression diminue et le volume augmente et inversement pendant la descente.

Les gaz dans le corps subissent ces mêmes variations de volume.

Si ces gaz sont contenus dans des organes en communication directe avec l'air extérieur, aucun trouble ne sera ressenti par le sujet. A l'inverse, pour les gaz contenus dans des cavités

dites semi closes, l'égalisation des pressions sera plus difficile et des troubles peuvent apparaître.

Effets sur le tube digestif : aérophagie.

Le volume des gaz contenus dans le tube digestif va augmenter par diminution de la pression dans l'avion. Certains passagers peuvent se plaindre d'une légère sensation de ballonnement, une accentuation d'un reflux gastro-œsophagien.

Effets sur l'appareil auditif :

En condition optimale, le risque barotraumatique se limite surtout à la sphère ORL (otite et sinusite barotraumatique) et est observé préférentiellement au cours des variations de pression à la descente de l'avion.

1.2.3. L'hypoxie

Selon la loi de Dalton et Henry, lorsque plusieurs gaz sont mêlés, chacun se comporte comme s'il était seul (notion de pression partielle). L'oxygène exerce donc à une altitude donnée une pression partielle égale au produit de la pression atmosphérique par la pression partielle d'oxygène. La composition de l'air est fixe et l'oxygène en représente 20,95 % quelle que soit l'altitude. L'hypoxie en altitude est donc liée à l'hypobarie et non à une diminution de la F_{iO_2} qui reste constante. A 8'000 pieds de pression cabine (2438 mètres), la P_{iO_2} chute à 118 mmHg, la P_{aO_2} à 68 mmHg et la saturation de l'hémoglobine à 93 %. Si cette hypoxie n'a pas de conséquence sur le sujet sain, en revanche, elle peut constituer un élément déclenchant de pathologies, chez certains voyageurs.

Altitude cabine (mètres)	Pression Atmosphérique (mmHg)	Pression Artérielle en oxygène (mmHg)	Saturation de l'hémoglobine en oxygène (%)
0	760	98	98
1524	632	81	93
2438	565	55	90

Tableau 2. Effets de l'altitude sur les valeurs des gaz du sang

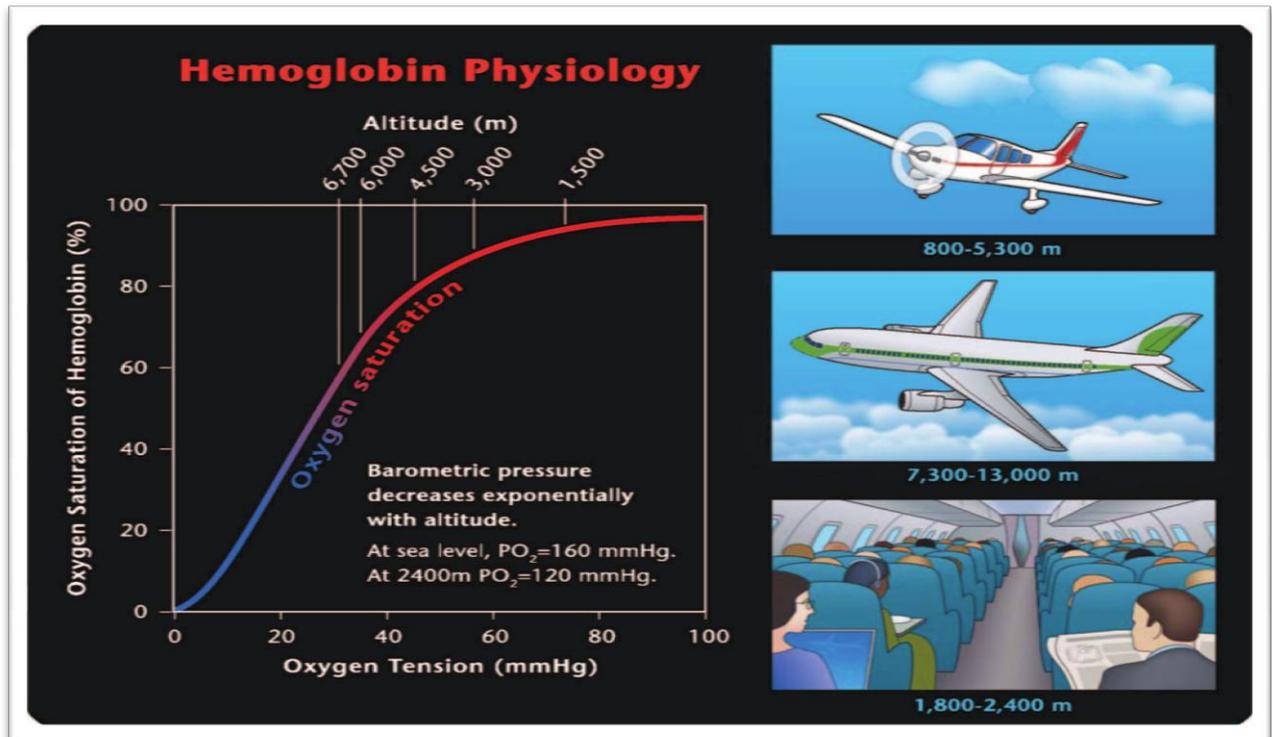


Figure 7. Courbe dissociation hémoglobine Oxygène corrélée à la pression partielle d'oxygène

L'hypoxie entraîne par le biais des chémorécepteurs une hyperventilation avec hypocapnie responsable des symptômes ressentis, ainsi qu'une alcalose du liquide céphalo-rachidien et de dépression respiratoire. Quand ces deux mécanismes régulateurs opposés s'équilibrent, c'est l'adaptation à l'altitude. Ce processus long ne peut se mettre en place au cours des transferts aériens longs courriers. Les risques sont majorés lors des pathologies qui déplacent la courbe de Barcroft vers la droite: anémie, insuffisance cardiaque, acidose métabolique, hyperthermie...

L'hypoxie entraîne une réponse réflexe cardio-circulatoire par stimulation sympathique. A partir de 1500m à 2000m, elle provoque une augmentation de la fréquence cardiaque et du débit cardiaque, les réactions vasomotrices sont responsables d'une distribution du débit sanguin au bénéfice des organes vitaux (cœur, cerveau).

La vasoconstriction pulmonaire due à la libération d'histamine par les mastocytes peut entraîner une hypertension pulmonaire.

Une élévation de la pression artérielle systémique a été constatée à partir de 2000m mais reste en général très modérée sauf chez l'hypertendu où elle peut être importante et imprévisible.

Chez le sujet sain, l'hypoxie modérée moins de 10% perturbe peu l'ECG car l'augmentation du débit coronaire protège le myocarde. Le plus souvent on constate une tachycardie sinusale et en dehors de quelques extrasystoles ventriculaires et rarement supra ventriculaires il n'existe pas de trouble important d'excitabilité du myocarde sur un cœur normal. L'hypoxie même modérée fait apparaître ou majore des troubles du rythme et de la conduction cardiaque. Tous les types de troubles peuvent être observés.

Nous décrivons les données de la figure comme suit, en décrivant 4 zones de tolérance à l'hypoxie d'altitude :

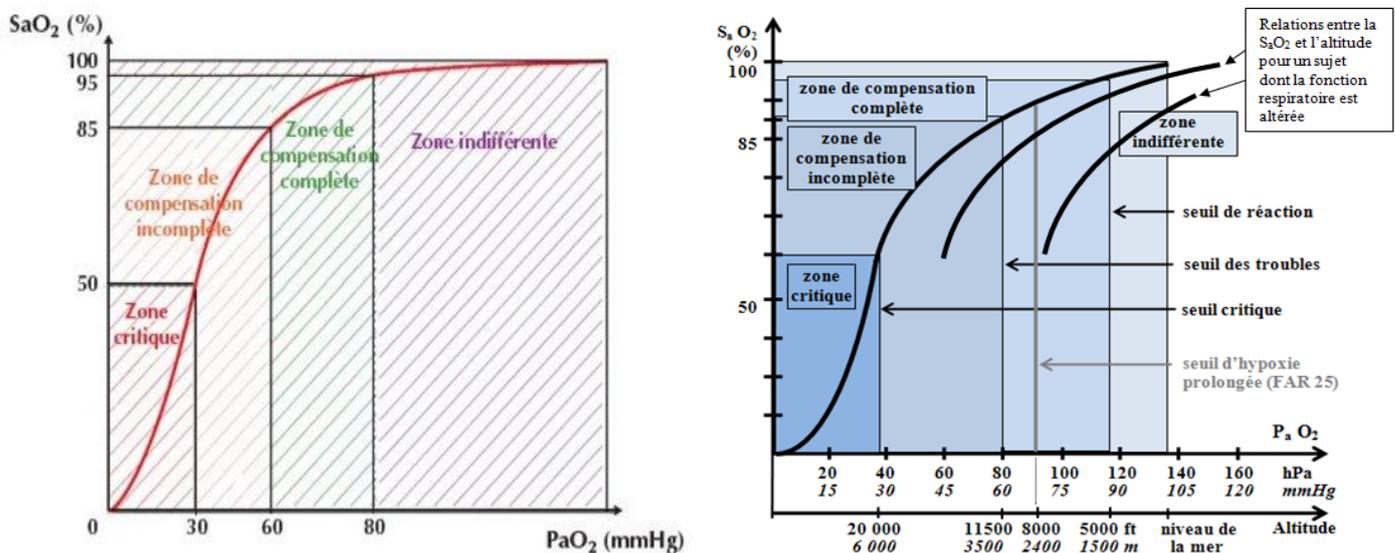


Figure 8. Courbe de dissociation de l'hémoglobine de Strughold, zones de tolérance à l'hypoxie d'altitude et projection de la diminution de la performance respiratoire en fonction de l'altitude.

La zone indifférente, décrite

- entre 0 et 1 500 m (0 et 5 000 ft),
- avec des valeurs de $S_a O_2$ comprises entre 100 et 95 %,
- pour une $P_a O_2$ évoluant entre 138 et 108 hPa (103 et 81 mmHg).

Aucune réaction physiologique d'origine hypoxique n'apparaît dans cette zone.

La zone de compensation complète, décrite

- entre 1 500 et 3 500 m (5 000 et 11 500 ft),
- avec des valeurs de $S_a O_2$ comprises entre 95 et 85 %,
- pour une $P_a O_2$ évoluant entre 108 et 80 hPa (81 et 60 mmHg).

Dans la zone de compensation complète, l'organisme compense la plupart des conséquences de l'hypoxie par des réactions cardio-respiratoires adaptées, laissant toutefois apparaître une certaine fatigue, qui reste modérée tant que l'altitude ne dépasse pas 8 000 ft.

La zone de compensation incomplète, décrite

- entre 3 500 et 5 500 à 6 000 m (11 500 et 18 500 à 20 000 ft),
- avec des valeurs de $S_a O_2$ comprises entre 85 et 50 %,
- pour une $P_a O_2$ évoluant entre 80 et 35 hPa (60 et 27 mmHg).

En termes physiologiques, elle est caractérisée par le risque d'hypoxie aiguë, avec tous ces troubles : dégradation du jugement, difficulté de concentration de l'attention, dégradation de la mémoire, état dysphorique, troubles de la personnalité, parfois céphalées et états vertigineux, risque de somnolence.

La zone critique, décrite

- au-dessus de 5 500 à 6 000 m (18 500 à 20 000 ft),
- avec des valeurs de $S_a O_2$ inférieures à 50 %,
- pour une $P_a O_2$ inférieure à 35 hPa (27 mmHg).

Elle 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, elle peut entraîner un décès.

Il apparaît ainsi que, chez un patient dont la saturation en oxygène au niveau de la mer ne dépasse pas 90 % ($P_A O_2$ de l'ordre de 80 hPa), la saturation pourrait diminuer jusque vers 50-60% à l'altitude de 2 500 m (chiffres extrapolés du sujet normal, sans prise en compte d'éventuels mécanismes adaptatifs liés à la chronicité de la pathologie).

Les effets subjectifs de l'hypoxie aiguë d'altitude peuvent être observés : dyspnée, céphalées, asthénie.

Enfin, l'hypoxie aiguë entraîne des troubles neurologiques très caractéristiques pouvant aller en cas d'exposition à une altitude supérieure à 5500m jusqu'à la perte de conscience.

Dans les conditions usuelles de l'exposition d'altitude, les troubles de la conscience sont composés de troubles dysphoriques, de troubles cognitifs et de troubles du comportement très polymorphes.

1.2.4. Conséquences des accélérations

Dans le cas d'accélération, la force d'inertie dirigée de la tête vers les pieds, déplace la colonne sanguine vers les membres inférieurs, l'hypoxie cérébrale, la diminution de pression dans le sinus carotidien de la crosse de aorte entraîne une stimulation sympathique et une inhibition parasympathique.

Il en résulte une augmentation de la fréquence cardiaque et de la contractilité du myocarde et une vasoconstriction périphérique conduisant à une élévation de la pression artérielle venant en partie compenser l'hypoperfusion cérébrale.

La tolérance est variable selon les individus. Les personnes qui tolèrent le mieux sont les sujets petits avec une fréquence cardiaque basse et une pression artérielle peu élevée. Les facteurs qui diminuent la tolérance sont l'hypoxie, l'hypotension, la chaleur, la déshydratation et l'alcool qui entraînent une vasodilatation.

D'autre part, du fait de la compression pulmonaire, on peut avoir une augmentation de la pression capillaire et favoriser un oedème aigu pulmonaire sur une cardiopathie préexistante.

La réaction cathécolaminergique entraîne une tachycardie sinusale, avec possibilité de réaction vagale aux arrêts des accélérations pouvant entraîner une bradycardie, un bloc sino auriculaire, un trouble jonctionnel.

1.2.5. Vibrations et turbulences

Elles peuvent être responsables d'aérocinétose, crises neurovégétatives responsables du mal de l'air par stimulation des canaux semi-circulaires de l'oreille interne en contradiction avec les sensations somesthésiques et visuelles chez les personnes prédisposées, ainsi que d'accidents traumatiques (chute d'objets des coffres à bagages ou de personnes lors des déplacements en cabine).

Les accélérations sont surtout ressenties aux atterrissages, aux décollages, dans les virages ou lors de zones de turbulence. Elles sont à l'origine de deux phénomènes : la chute d'objets ou de personnes et l'apparition de vibrations. Seules les vibrations de basse fréquence (4-12 Hz) provoquent des phénomènes de résonance au niveau des viscères. Les avions à réaction longs courriers émettent des vibrations inoffensives de l'ordre de 60 Hz.

1.2.6. Conséquences des variations thermo-hydriques

Les variations thermiques ne sont pas très importantes et restent de l'ordre de 20 à 22 %. Les orifices d'administration de l'air frais dans la cabine sont suffisamment nombreux et petits, pour que la vitesse de déplacement de cet air ne se soit pas perceptible et se situe dans la zone de confort. Par contre les variations hygrométriques sont bien plus importantes. L'hygrométrie cabine initiale de 20 à 30 %, chute au fil du vol, malgré le rejet de vapeur d'eau par les passagers. Cette sécheresse extrême de l'air prélevé à l'extérieur a pour conséquence une déperdition hydrique et un assèchement rapide des muqueuses. La diminution de l'hygrométrie en cabine peut favoriser une déshydratation de l'organisme, surtout chez les passagers qui ne la compensent pas en s'hydratant régulièrement. Au delà de l'inconfort provoqué par l'assèchement progressif des muqueuses et sécrétions, la déshydratation accélère la fréquence cardiaque et augmente la viscosité du sang.

1.2.7. Effets des décalages horaires, ou « Jet lag »

Le fait de traverser des fuseaux horaires pendant les opérations des vols internationaux provoque un bouleversement des rythmes circadiens. De nombreuses fonctions corporelles telles que les fonctions mentales, les niveaux hormonaux, l'appétit, la digestion et le sommeil dépendent d'un cycle de 24 heures. Le bouleversement de ce cycle peut occasionner une gêne importante (asthénie, troubles du sommeil, une somnolence diurne avec défaut de vigilance...) dans l'attente qu'il se synchronise à nouveau avec le fuseau horaire local à la destination. L'adaptation prend environ 24 heures pour 1-2 heures de décalage.

Les voyageurs aériens qui suivent un traitement médical à long terme devraient planifier à l'avance leur voyage si des décalages horaires sont prévus qui nécessitent parfois l'adaptation posologique de certains médicaments.

1.2.8. Rayonnement cosmique

Le niveau plus important de rayonnement ionisant en vol, qui est affecté par l'altitude, la latitude et d'autres facteurs, a provoqué des craintes chez les passagers et les équipages. Toutefois, les importantes enquêtes scientifiques effectuées n'ont pas jusqu'ici démontré d'effets néfastes.

La Directive 96/29/Euratom du Conseil de l'UE du 13 mai 1996 dispose que les compagnies aériennes doivent évaluer le niveau d'exposition des équipages. Il n'existe pas de prescriptions législatives relatives à l'évaluation du niveau d'exposition des passagers.

1.2.9. Disposition des sièges et immobilité

Les sièges sont conçus pour protéger le passager autant qu'il est raisonnablement possible contre les blessures qui pourraient être causées par de fortes turbulences de l'air et d'autres événements impliquant une accélération importante. Le fait de rester assis pendant de longues périodes, dans une position étriquée, inconfortable et réduisant l'opportunité de se lever est tolérable pour la plupart des passagers, mais pour certains il est possible que cela aggrave des œdèmes périphériques, crampes et potentialise des problèmes de circulation (thrombose veineuse profonde voire embolie pulmonaire).

2. Pathologies du transport aérien et recommandations

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

Le vol dans un avion de ligne comporte des contraintes physiologiques qui peuvent avoir des conséquences cardiovasculaires.

2.1. Pathologies cardiaques

La banalisation du voyage aérien conduit à dénombrer de plus en plus de passagers considérés comme à risque en raison de leur âge, de leur poids, de leur grossesse, etc.

Dans cette population de plus en plus mobile, le risque cardio-vasculaire occupe une place prépondérante.

Les statistiques des compagnies d'assistance montrent en effet que plus de 15 % des rapatriements sanitaires sont motivés par un accident cardiovasculaire et que 56 % des décès observés lors d'un transport aérien relèvent d'une cause cardiaque [1].

C'est dire toute l'importance d'une parfaite connaissance des maladies cardiovasculaires liées au voyage, d'une identification des voyageurs à risque, et de la mise en œuvre de quelques mesures préventives simples.

Maladie coronaire

La maladie coronaire s'érige au premier rang des incidents médicaux constatés en vol et la première cause d'hospitalisation des Européens à l'étranger. Elle vient aussi au second rang, derrière la traumatologie, dans les causes de rapatriement sanitaire [1].

Une évaluation récente de la coronaropathie par une épreuve d'effort est nécessaire, éventuellement complétée en cas de doute par la réalisation d'une imagerie coronaire. Une pathologie coronaire stable sous traitement avec un seuil d'ischémie élevé est compatible avec le vol à condition de respecter une bonne observance thérapeutique.

- Après un infarctus du myocarde non compliqué, il est recommandé d'attendre 2 à 3 semaines avant de voler. Ce délai passe à 6 semaines après un infarctus compliqué.
- Un moyen d'évaluer la capacité à l'effort et donc adaptation en vol est l'épreuve d'effort. Elle est recommandée 10 à 14 jours après un IDM par l'American Heart

Association. Elle est utile également pour la stabilité de l'ensemble des pathologies coronariennes avant un vol.

- Après un pontage coronarien, un délai de 15 jours est conseillé pour permettre à l'air qui a été introduit dans le thorax au cours de la thoracotomie de se résorber (rappelons l'expansion des gaz en altitude).

Malaises vasovagaux et chutes tensionnelles

Les malaises vasovagaux et les chutes tensionnelles sont fréquemment observés chez des sujets prédisposés ou suivant un traitement hypotenseur et/ou diurétique. Ils constituent le premier motif d'intervention à bord. Ils s'expliquent lors d'un vol par un défaut d'hydratation, la climatisation et le faible degré d'hygrométrie des cabines qui induisent une hémococoncentration et une déshydratation relative. À ces facteurs environnementaux, la prise de médicaments hypotensives (diurétiques, antihypertenseurs) constitue un facteur favorisant, fréquemment trouvé.

Insuffisance cardiaque

La fatigue, l'hypoxie peuvent précipiter une complication. Là encore, une évaluation récente est impérative. Le vol est contre-indiqué au stade IV de la NYHA. L'autorisation est possible si le patient est capable de monter un étage seul ou de marcher 100 m. L'insuffisance cardiaque doit être stable et équilibrée en l'absence de troubles du rythme significatifs.

La décompensation cardiaque d'une insuffisance cardiaque chronique intervient plus rarement. Elle est favorisée par l'hypoxie d'altitude, le stress, les changements climatiques et alimentaires et les ruptures de traitement.

Hypertension artérielle

Ce n'est pas une contre indication au voyage aérien si elle est traitée et bien contrôlée.

Troubles rythmiques et conductifs

Les troubles rythmiques et conductifs non contrôlés (tachycardie ventriculaire, extrasystolie ventriculaire potentiellement menaçante, blocs auriculo-ventriculaires des 2e et 3e degrés) sont une contre-indication formelle au voyage.

Les troubles de la conduction symptomatiques devront être appareillés avant tout voyage.

En revanche, les patients porteurs de stimulateurs cardiaques ou d'un défibrillateur automatique implantable peuvent voyager normalement sous réserve que le bon fonctionnement du stimulateur ait été vérifié avant le départ. Si la pose est récente, il faut attendre la cicatrisation au moins 8 jours, et éviter le hublot de l'avion, le soleil sur la cicatrice et l'échauffement du boîtier.

Les appareils actuels sont théoriquement protégés des interférences magnétiques induites par les portiques de détection des aéroports, mais par prudence, il est conseillé aux voyageurs de se signaler aux services de contrôle pour éviter une possible déprogrammation du stimulateur. De même, il faut faire attention aux détecteurs antivols des magasins détaxés, qui génèrent aussi un champ magnétique, car il existe un risque de syncope.

Les patients ayant des extrasystoles ventriculaires sur cœur sain ne présentent aucun risque. Il en va de même pour les porteurs d'une arythmie complète par fibrillation auriculaire qui peuvent voyager sans risque si un traitement ralentisseur de la fréquence cardiaque a été instauré et si le trouble rythmique est bien toléré au repos et à l'effort.

Cardiopathies

Les cardiopathies congénitales par obstacle sont habituellement bien tolérées lors du vol. Il en va de même des cardiopathies cyanogènes et des shunts gauche-droit. Chez ces patients, l'hypoxie est induite par le défaut septal et non par un trouble des échanges gazeux. Toutefois, en présence d'un hématoците élevé (> 50%), il convient de maintenir une hydratation correcte et d'éviter tout tabagisme passif.

Les cardiopathies dilatées hypertrophiques ou les pathologies valvulaires décompensées contre-indiquent le voyage aérien. Cependant lorsqu'elles sont bien stabilisées, le patient peut voler mais une oxygénothérapie pendant toute la durée du vol peut lui être conseillé s'il présente une dyspnée de stade III ou IV de la New-York Heart Association (NYHA) ou s'il présente une hypoxémie inférieure à 70 mmHg.

La sévérité des cardiopathies valvulaires s'apprécie en fonction des symptômes, de la fraction d'éjection ventriculaire gauche en échographie et de la présence d'une hypertension artérielle pulmonaire.

Péricardite

Avant le vol, il faut vérifier par une échographie qu'il n'y a pas de compression de l'oreillette droite importante. Il est conseillé d'attendre 8 jours. Il faut éviter les boissons gazeuses, l'épanchement peut se déplacer par la pression et créer une compression des cavités droites pouvant aller jusqu'à la tamponnade.

Les risques infectieux d'endocardite

Par précaution il faut emporter les antibiotiques nécessaires à cette prévention en cas de valvulopathie pour éviter les problèmes d'approvisionnement. Il est également conseillé d'avoir sur soi les documents sur la nature de sa cardiopathie.

Traitements anticoagulants

Il faut conseiller d'avoir son carnet anticoagulant, précisant la molécule, l'INR souhaité, et une ordonnance qui justifiera auprès des douanes le médicament. Il faut se méfier des décalages horaires, aménager une transition progressive, et faire attention aux modifications alimentaires. Un contrôle INR pourra être nécessaire.

Conseils aux patients:

- Avoir en permanence leurs médicaments avec de la trinitrine sublinguale pour le coronarien ou du furosémide pour l'insuffisant cardiaque dans un bagage à main.
- Une ordonnance avec une dénomination commune internationale DCI.
- Respecter les intervalles des prises médicamenteuses.
- Contracter une assurance de rapatriement médicalisé prenant en charge le rapatriement de sujets connus au préalable pour être porteur d'une pathologie.
- Avoir une synthèse de son dossier médical traduit en anglais si besoin.
- Avoir un tracé ECG de référence récent.
- Conserver les références du pacemaker ou du défibrillateur sur une carte.

Attestation médicale pour le voyageur âgé

Attestation médicale – Medical Certificate

Concerne – Concerns : M./Mrs

Médicaments, trousse médicale, seringues et aiguilles
Medication, medical kit, syringes and needles

En tant que médecin traitant autorisé à pratiquer,
j'atteste que la personne susnommée, transporte avec elle des
médicaments, une trousse médicale, des seringues et des
aiguilles pour son usage strictement personnel au cours du
voyage

1. en cas d'urgence
2. pour ses problèmes de santé
(si nécessaire, à préciser, par exemple diabète)
3. pour son traitement habituel

Tout ce matériel médical n'est pas destiné à la vente et a fait
l'objet d'une prescription médicale nominative

As the personal, fully accredited, physician of the aforementioned
person, I hereby state that this person is carrying with her/him
medication, medical kit, sterilized syringes and needles for strict-
ly personal use during her/his trip

1. in case of emergency
2. for her/his medical condition
(if relevant, to be precised i.e. diabetes)
3. for her/his personal treatment

All this medical material isn't designated to be sold and was
prescribed for personal medical use

Date :

Nom et adresse du médecin –

Name and address of the physician :

Les principales contre-indications actuelles au voyage aérien sont :

- Angor instable
- IDM de moins de 2 semaines
- Angioplastie de moins de 2 semaines
- Pontage de moins de 3 semaines (risque de pneumothorax)
- Insuffisance cardiaque décompensée
- Insuffisance respiratoire aiguë et embolie pulmonaire à la phase aiguë
- BAV syncopal non appareillé

2.2. Pathologies thromboemboliques

La maladie thromboembolique du voyageur, communément appelée « syndrome de la classe économique », est plus rare, mais son incidence est probablement sous-estimée, car la plupart des accidents surviennent au décours du voyage. Il s'agit d'un problème majeur expliquant les cas d'embolie pulmonaire survenant au cours et au décours d'un voyage aérien.

La relation entre voyages aériens et accidents thromboemboliques est maintenant bien établie. Le risque augmente significativement pour les vols de plus de 5000 km.

Il semble que les femmes soient plus exposées à ces accidents. Cependant, de nombreuses inconnues demeurent, en particulier sur le rôle potentiel d'autres facteurs de risque. Ainsi, le rôle de l'hypoxie et de l'hypobarie, le rôle de la classe du voyage et le rôle des facteurs de risque thromboembolique habituels demeurent incertains.

Il en résulte que la stratégie prophylactique à mettre en œuvre doit reposer sur la combinaison de deux facteurs de risque : le voyage (en particulier sa durée) et le patient (et son risque thromboembolique intrinsèque).

2.3. Autres pathologies

Un patient atteint d'une pathologie cardiovasculaire peut également souffrir d'une autre pathologie chronique ou aiguë. Celle-ci peut interférer dans la prise en charge ou modifier les conseils avant le départ. Nous décrivons dans ce paragraphe, de façon succincte, les recommandations actuelles de prévention pour différentes pathologies.

2.3.1. Pathologies respiratoires

Les insuffisants respiratoires chroniques (BPCO, emphysème, HTAP...) devront s'adapter à l'hypoxie d'altitude et des pathologies stables peuvent décompenser.

Une faible hygrométrie peut être un problème pour les pathologies où les sécrétions bronchiques sont abondantes (mucoviscidose, BPCO, bronchectasie, trachéotomie...). Les sécrétions vont s'épaissir, d'où l'intérêt d'une bonne hydratation voire une aspiration des mucosités ou un aérosol d'enzyme désoxyribonucléase (pulmozime) qui réduisent les sécrétions.

L'asthme n'est pas une contre-indication s'il est bien stabilisé.

Une pathologie interstitielle ou une sarcoïdose ne sont pas des contre-indications.

Les contre-indications :

- Infection pulmonaire contagieuse
- Insuffisant respiratoire avec une PaO₂ sous oxygène inférieure à 60mmHg, saturation < 90%
- Affection respiratoire obstructive ou restrictive aigue
- Epanchement pleural important
- Pneumothorax moins de 2 semaines avant le vol

Une évaluation d'un patient atteint d'une pathologie respiratoire est nécessaire par :

- Mesure de la saturation et des gaz du sang.
À partir d'une PaO₂ inférieure à 70 mmHg ou d'une saturation en oxygène inférieure à 95% au repos au niveau de la mer, il sera nécessaire d'administrer de l'oxygène pendant le transport.
- Les explorations fonctionnelles ou mise en situation avant le vol :

- Test d'hypoxie

Il permet de reproduire les conditions en vol aérien. Son utilisation est limitée aux patients atteints d'une maladie respiratoire pour laquelle la question de l'oxygénothérapie pendant le vol se pose. Ce test consiste à faire inhaler un mélange gazeux appauvri en O₂ avec un débit de 4L/min pendant 20 minutes (5 minutes en air et 15 minutes en hypoxie).

- Test d'effort

Un premier test consiste à parcourir 50 mètres sans arrêt à un pas normal sans ressentir de dyspnée invalidante.

Une épreuve cardiorespiratoire d'effort avec mesure de la VO₂ chez les patients atteints de BPCO. Le protocole débute à 20W avec un incrément de 5 W/min jusqu'à épuisement. Les sujets incapables d'atteindre un niveau de VO₂ > 12,1 mL/kg/min avaient tous une PaO₂ inférieure à 50mmHg à 2438m.

Si ces explorations sont utiles pour l'évaluation de la tolérance des malades respiratoires à l'hypoxie en vol, leurs valeurs prédictives et leurs places respectives demandent encore à être précisées et validées par des études portant sur l'âge de la population.

Il n'y a actuellement pas de recommandations ni d'algorithme décisionnel.

Indication de l'oxygénothérapie et prescription :

- Tout patient ayant une PaO₂ inférieure à 60 mmHg ou une oxygénothérapie au long cours.

2.3.2. Pathologies ORL

2.3.2.1. Otites barotraumatiques

C'est essentiellement à la descente de l'avion que l'augmentation de la pression peut contribuer au déclenchement des barotraumatismes. En effet :

- la pression cabine remonte pendant la descente jusqu'à atteindre la pression atmosphérique du niveau de la mer, pendant ce temps, le volume des gaz contenus dans l'oreille moyenne diminue.
- le tympan se rétracte sous l'effet de la pression cabine qui s'exerce sur sa face externe mais aussi par la contraction des gaz qui l'aspire vers l'intérieur.
- les trompes eustaches se collabent par le même mécanisme d'aspiration.

Si l'équilibre n'est pas rétabli, le tympan souffre d'une surpression externe avec œdème congestion voir rupture, c'est l'ensemble de ces manifestations que l'on regroupe sous le terme de barotraumatisme.

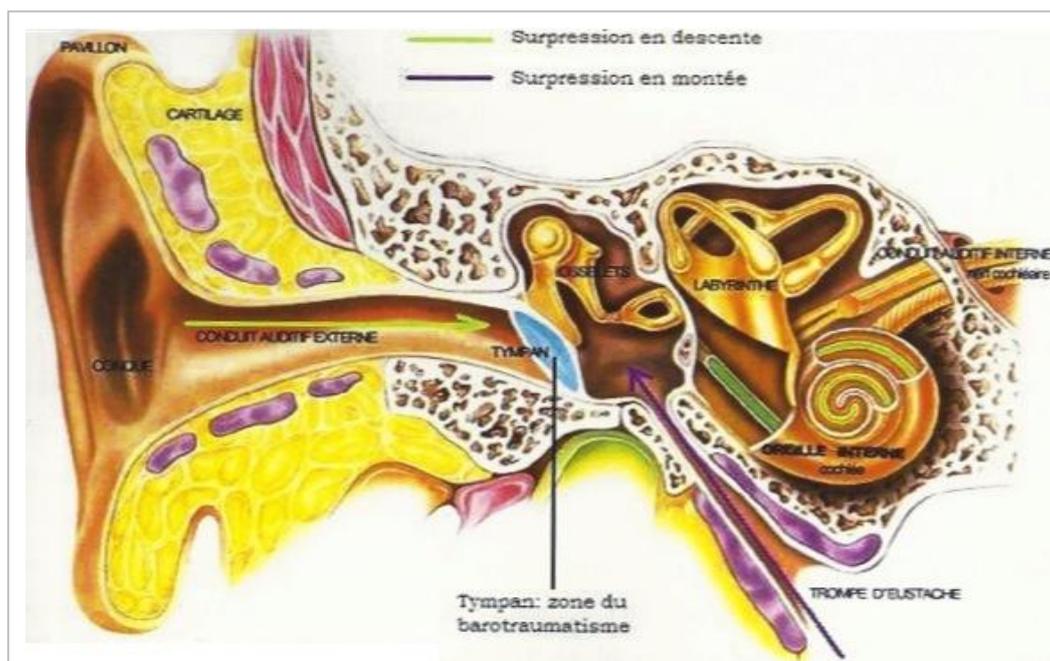


Figure 9. Anatomie de l'oreille moyenne

Il est difficile de connaître la fréquence réelle des otites barotraumatiques chez les voyageurs car ceux-ci consultent dans divers endroits pendant ou au retour de leur voyage. Elles sont en revanche bien connues chez le personnel navigant commercial (PNC), puisqu'il s'agit d'une des premières causes d'arrêts maladie avec une prise en charge au titre d'accident du travail.

La fréquence est évaluée de l'ordre de 1%.

On les classe en quatre stades :

- stade I et II : simple rétraction du tympan, souvent très douloureuse avec ou sans signe inflammatoire.
- stade III : épanchement séreux ou hémorragique de l'oreille moyenne.
- stade IV : perforation tympanique.

Certains facteurs de risque seraient avancés :

- le sexe : les femmes seraient plus touchées, en lien avec l'activité hormonale.
- la présence d'infection en cours des voies aériennes supérieures, principal facteur de risque.

On conseille de :

- Traiter toute infection des voies aériennes supérieures avant de décoller; les phénomènes inflammatoires du rhinopharynx perturbant la circulation de l'air notamment vers les trompes eustache.
- Utiliser un traitement vasoconstricteur par pulvérisation nasale en cas d'infection en cours de voyage.
- Effectuer des manœuvres de Valsalva (souffler en maintenant la bouche fermée et le nez pincé) répétées au cours de la descente ou d'effectuer des mouvements de déglutitions, mastications en mâchant un chewing-gum, en baillant ou pour les jeunes enfants et nourrissons de faire téter biberon ou une sucette permettant d'augmenter la pression dans le rhinopharynx ce qui rétablit la perméabilité tubaire.

2.3.2.2. Sinusites barotraumatiques

L'air entre les sinus circule ou en sort librement par les ostia, permettant une équipression constante entre sinus et cavité nasale.

Le risque de sinusite barotraumatique existe lorsque deux conditions sont réunies :

- une surpression des fosses nasales par une remontée rapide de la pression barométrique soit lors d'une descente trop rapide de l'avion ou une panne du système de pressurisation.
- une obstruction de l'ostium réalisée par la surpression nasale dans certaines circonstances pathologiques (affection aigüe des voies aériennes supérieures, rhume, angine, sinusite entraînant un œdème inflammatoire de l'ostium) soit par la présence de lésions tumorales bénignes que sont les polypes réalisant une surpression, ou en cas de déviation importante de la cloison nasale entraînant un dysfonctionnement ostial.

Dans ce cas, l'air ne circule plus librement entre le sinus et les fosses nasales ou sous l'effet de la remontée de la pression atmosphérique la muqueuse est aspirée vers le centre de la cavité sinusienne et tend à décoller la paroi ce qui définit la sinusite barotraumatique.

On conseille de :

- Traiter toute affection aigüe de voies aériennes supérieures.
- Traiter les problèmes de polype ou de cloison nasale déviée connue.
- Aucune manœuvre active ne peut être conseillée.

2.3.3. Odontologie

Les aéro-dontalgies se rencontrent principalement pendant la montée surtout sur des dents malades (cariées ou mal obstruées par des amalgames défectueux). Ces douleurs sont très intenses pouvant occasionner un malaise vagal.

L'étiologie retenue serait un phénomène congestif vasomoteur du à la dépression barométrique sur une pulpe déjà irritée.

On conseille de :

- Traiter toutes pathologies dentaires avant un voyage en avion.

2.3.4. Neurologie

Les contre-indications sont :

- AVC de moins de 10 jours à 6 semaines ou non stabilisé.
- AIT de moins de 2 jours.
- Une épilepsie non contrôlée de moins de 24 heures.

Maladie d'Alzheimer :

On conseillera un accompagnement d'une personne de confiance et familière.

2.3.5. Pathologie psychiatrique

L'aérophobie, ou phobie de l'avion, est retrouvée chez d'un tiers des passagers. Elle prend des aspects d'une hyperventilation, d'une logorrhée, d'une hyperactivité voire même d'une perte de connaissance. Un anxiolytique peut être indiqué.

Certaines compagnies proposent des stages de déconditionnement pour les phobiques de l'avion associant un entretien préalable avec un psychologue, puis une immersion par simulation d'une phase en vol avec le personnel technique.

On peut prévenir un syndrome de sevrage chez les tabagiques, en cas d'exogénose ou de toxicomanie.

Pathologies chroniques

Un malade psychiatrique mal équilibré l'expose au risque d'une décompensation aiguë, qui est nocive pour aussi bien pour lui, que l'équipage et les autres passagers.

2.3.6. Pathologies digestives

L'expansion gazeuse d'environ 20 à 25 % peut occasionner des douleurs abdominales et des flatulences même chez le sujet sain et une accentuation d'un reflux gastro-œsophagien.

Il faut prendre en considération certaines circonstances pathologiques :

- Un délai de 24h sera conseillé après une coloscopie à cause de l'excès de gaz résiduel mais aussi pour éviter la surpression sur une éventuelle polypectomie ce qui risquerait de la faire saigner.
- Dans les suites d'une chirurgie digestive, il est conseillé de respecter un délai de 15 jours avant de voyager en avion, délai permettant au transit d'avoir correctement repris et aux éventuelles sutures internes d'avoir cicatrisé (risque de surpression sur les sutures avec risque de lâchage).
- Les patients porteurs d'une colostomie devront prévoir des poches de réserve et une grande poche, l'expansion des gaz accélérant le transit et donc l'exonération.

On conseille au futur passager :

- De limiter la consommation d'aliments producteurs de gaz (choux, légumes secs, féculents, fromages fermentés, boissons gazeuses) les jours précédant le vol.
- D'éviter la prise de boissons gazeuses pendant la durée du vol.

2.3.7. Le diabète

Un traitement par hypoglycémiant oraux ne nécessite aucune adaptation posologique.

En revanche, chez les patients ayant un traitement par insuline, il est nécessaire d'adapter leur schéma thérapeutique quand le voyage dépasse 6 fuseaux horaires.

Il existe différents schémas thérapeutiques. Un exemple de schéma utile est le suivant :

Le premier jour est raccourci lors d'un voyage vers l'est dépassant 6 fuseaux horaires				
	Jour de départ	1ère matinée à destination	10 heures après la dose du matin	2ème jour à destination
1 injection / jour	dose normale	2/3 de la dose normale	l'autre 1/3 de la dose du matin si glycémie > 240	dose normale
2 injections / jour	doses du matin et du soir normales	2/3 de la dose du matin normale	dose du soir normale + l'autre 1/3 de la dose du matin si glycémie > 240	doses du matin et du soir normales
<i>N.B. Lors du retour, le « schéma occidental » sera utilisé. Les jeunes diabétiques qui pratiquent des injections multiples suivront un schéma individualisé.</i>				
Le premier jour est prolongé lors d'un voyage vers l'ouest dépassant 6 fuseaux horaires (la prolongation de la journée pose généralement moins de problèmes qu'un raccourcissement)				
	Jour de départ	18 heures après la dose du matin	1ère matinée à destination	
1 injection / jour	dose normale	1/3 de la dose normale, si glycémie > 240, suivi d'un repas ou d'une collation	dose normale	
2 injections / jour	doses du matin et du soir normales	1/3 de la dose du matin normale, si glycémie > 240, suivi d'un repas ou d'une collation	dose normale	

10% des patients sous insuline présente un épisode d'hypoglycémie au cours d'un voyage ou des suites de celui-ci.

On conseille de faire une prévention de l'hypoglycémie :

- Collations riches en hydrates de carbone et en sucres lents.
- Emporter du Glucagon chez les patients diabétiques insulino-dépendants.
- Etre accompagné d'une personne capable de reconnaître les premiers symptômes de l'hypoglycémie.

2.3.8. L'hématologie

L'anémie peut être mal tolérée d'autant plus qu'elle s'est constituée rapidement. Un taux inférieur à 8g, quel que soit le type d'anémie, doit contre-indiquer le voyage en avion car l'oxygénothérapie en vol ne suffirait pas à améliorer suffisamment la tolérance en vol.

Les patients atteints d'une drépanocytose homozygote risquent un état de choc lié à l'hypoxie par hémolyse aigue des hématies devenues falciformes sous l'hypoxie. Il est donc impératif de prévoir une oxygénothérapie en vol pour ces patients. Les patients hétérozygotes n'ont pas de problèmes car le taux hémoglobine est généralement normal. Un délai d'au moins 10 jours devra être respecté après une crise vaso-occlusive.

Les patients ayant une maladie de Vaquez, la thrombocytose et les thrombophilies sont plus à risque de pathologies thromboemboliques lors des vols long-courriers.

2.3.9. L'ophtalmologie

Du fait de la faible hygrométrie, il survient une sécheresse oculaire durant le voyage. Un traumatisme peut entraîner un ulcère de la cornée. De plus l'expansion de gaz peut contre-indiquer le voyage chez des patients opérés récemment.

Conseils aux voyageurs :

- Retirer les lentilles de contact pour un vol long-courrier.
- Prescription de larmes artificielles chez les sujets souffrant d'une insuffisance lacrymale ou d'une conjonctivite.
- Dans le cas de la chirurgie du décollement de rétine impliquant l'utilisation de gaz pour augmenter la pression intra-oculaire, un délai de 2 à 6 semaines en fonction du gaz utilisé sera conseillé avant d'autoriser un voyage en avion.

2.3.10. La chirurgie

Orthopédie

Il est préférable d'attendre 48 heures entre la pose d'un plâtre et le voyage aérien afin d'éviter un œdème dangereux. Le délai peut être réduit à 24 heures pour des vols inférieurs à 2 heures.

En cas d'attelle gonflable il faut penser à la dégonfler un peu avant la montée et inversement lors de la descente.

Délai après une chirurgie :

- Attendre au moins 15 jours après un traumatisme crânien avec fracture,
- 3 à 6 semaines après une chirurgie du système nerveux central,
- 6 à 12 mois après une ablation d'une tumeur intracérébrale,
- 3 semaines après un hématome sous dural ou épidural,
- 3 jours après une artériographie cérébrale,
- 2 à 3 semaines après une chirurgie thoracique et 1 mois après une thoracotomie,
- 12 semaines après une lobectomie et 6 à 9 mois après une pneumectomie,
- 2 à 3 semaines après une chirurgie cardiaque, 12 semaines pour une chirurgie vasculaire,
- Un délai de 15 jours minimum pour la chirurgie abdominale en cas appendicectomie ou cure de hernie voir un délai de 6 semaines pour une cholécystectomie, gastrectomie et résection intestinale,
- 6 semaines pour une chirurgie urologique, voir 3 semaines pour une résection endoscopique transurétrale,
- un délai minimal de 10 jours en cas de chirurgie de l'oreille moyenne et 3 semaines en cas d'amygdalectomie et tonsillectomie,
- 2 semaines pour une chirurgie ophtalmologique.

2.3.11. Cas particulier de la grossesse

La grossesse d'évolution normale ne contre-indique pas les voyages aériens.

La limite généralement acceptée par les compagnies aériennes pour autoriser une femme enceinte à monter à bord est de 36 semaines de grossesse et 32 semaines de gestation pour les grossesses gémellaires.

Après la 28^{ème} semaine de grossesse la femme doit présenter une lettre de son médecin ou de sa sage-femme qui confirme la date prévue de l'accouchement et le fait que la grossesse est normale.

Une autorisation médicale est nécessaire pour tous les cas de grossesse compliquée.

Les modifications physiologiques liées à la grossesse peuvent être source d'inconfort supplémentaire pour la femme enceinte :

- Une anémie physiologique de dilution liée à l'augmentation du volume sanguin circulant dès la septième semaine peut gêner la tolérance à l'hypoxie.

- L'augmentation du débit sanguin au niveau rénal induit une rétention hydrosodée et une infiltration des tissus pouvant gêner l'égalisation des pressions au niveau des voies aériennes supérieures.
- La motilité intestinale et la compression utérine des organes digestifs entraînent une majoration des troubles digestifs. De même les symptômes liés au début de grossesse nausée vomissement peuvent être majorés au cours du voyage.
- Un état hypercoagulabilité et une compression de la veine cave inférieure.

On conseillera :

- La prescription d'une NFS pour corriger une éventuelle anémie avant le voyage.
- Limiter la consommation d'aliments producteurs de gaz les jours précédant le voyage et s'hydrater régulièrement pendant le vol.
- Réserver un siège près du couloir pour faciliter la déambulation au moins une fois par heure et d'allonger les jambes.
- Le port permanent de la ceinture de sécurité pour éviter les risques de traumatisme abdominal.
- Conseiller le port de bas de contention voir une héparinothérapie préventive avant le vol.
- On déconseillera le voyage dans le cas de grossesses pathologiques.

2.3.12. Pédiatrie

Il est préférable d'attendre un délai d'une semaine pour voyager avec un nouveau né à terme notamment pour s'assurer de l'absence de décompensation d'une pathologie cardio-pulmonaire sous jacente non encore diagnostiquée. Il est préconisé d'attendre jusqu'à l'âge corrigé de 6 mois pour les ex-prématurés. De plus, un test hypoxie d'aptitude en vol est préconisé chez tous les nourrissons qui ont présenté une maladie pulmonaire en période néonatale et l'administration d'oxygène chez ceux dont la saturation baisse en dessous de 90%.

Les enfants sont globalement moins sujets au mal de l'air que les adultes. Celui-ci pouvant être évité par des mesures simples : choix d'un siège à l'avant de l'avion, éviction des boissons gazeuses et des repas lourds, orientation de l'air frais sur le visage. Une administration de dimenhydrinate (mercalm, nausicalm) peut être proposée.

2.3.13. Vol et plongée

Lors d'une plongée, l'azote de l'air se dissout à une pression supérieure à la pression atmosphérique lors d'une remontée trop rapide (sans respect des paliers). L'azote peut se gazifier à nouveau créant des bulles d'azote dans le sang et les tissus, très dangereuses en cas de migration : c'est l'embolie gazeuse.

Les premiers signes doivent être connus : démangeaison, éruption et douleurs des extrémités.

Ils peuvent aller du malaise général avec des douleurs articulaires et vertébrales et des oedèmes sous-cutanés, jusqu'à la perte de conscience avec paralysie voire au décès. Il s'agit de l'aérobolisme ou accident de décompression.

En cas de symptômes apparaissant au cours du vol, il faut immobiliser le patient, l'hydrater, administrer de l'aspirine, une oxygénothérapie, et demander de pressuriser au maximum l'intérieur de la cabine avant de prévenir l'aéroport de la destination.

Conseils aux voyageurs :

- Respecter un délai de 24h heures entre la dernière plongée et le vol (12h en cas de plongée peu profonde).
- La prévention passe par les clubs de sport et le médecin généraliste qui doit informer son patient lors de l'obtention de la licence.

2.3.14. Le mal de l'air ou aérocinétose

Les accélérations subies par le corps, surtout pendant les turbulences, stimulent les canaux semi-circulaires de l'oreille interne et peuvent occasionner le mal de l'air ou aérocinétose, par contradiction avec les sensations somesthésiques et visuelles d'immobilité.

Evolution en trois phases successives :

- 1) Assoupissement, malaise indéfini, diminution de la vigilance, angoisse, immobilité du regard.
- 2) Sueur, pâleur extrême, augmentation de la salivation, le rythme cardiaque ralentit et la tension baisse.
- 3) Nausées de plus en plus violentes aboutissant au vomissement libérateur (pour un temps limité à environ quinze minutes).

Les facteurs aggravants et les facteurs de risque sont : le sexe féminin, les mauvaises odeurs, la chaleur, l'alimentation (boissons gazeuses, café au lait, alcool...).

Conseils aux voyageurs :

- Une prémédication avec un antinaupathique per os une demi-heure avant le départ puis toutes les quatre heures si besoin; ou un dispositif de scopolamine six à douze heures avant de partir.
- Conseiller de se placer au plus près du centre de gravité de l'appareil c'est à dire près des ailes, si possible près d'un hublot pour pouvoir fixer un point immobile à l'horizon.
- Il faut éviter de fermer les yeux, diriger la ventilation vers le visage et ne pas trop remplir son estomac.

2.3.15. La maladie de décompression d'altitude

Elle est due à la libération par les tissus de l'organisme de gaz tels que l'azote, qui y sont dissous en fonction de la pression et qui, lorsque celle-ci diminue, s'y trouvent en état de sursaturation.

Les symptômes se présentent sous trois formes :

- Les formes bénignes les plus fréquentes se traduisent par des douleurs articulaires d'apparition progressive principalement les grosses articulations des membres (en dehors de la hanche), des symptômes cutanés constitués de paresthésies ou éruption à type d'urticaire dus au dégagement de l'azote contenu dans la graisse sous cutanée.
- Les formes graves, rares en aéronautique, constituées principalement de troubles pulmonaires, cardiaques ou neurologiques imputables à l'embolisation des circulations correspondantes; ces formes graves sont potentiellement létales et peuvent être annoncées par des douleurs articulaires violentes.
- Les formes retardées peuvent apparaître plusieurs heures après l'exposition à l'altitude. Elles sont souvent de type neurologique (troubles déficitaires moteurs, aphasie, troubles visuels). Dans ce cas le diagnostic causal est très difficile à porter.

Les facteurs de risque sont :

- Liés aux conditions : la vitesse de montée en altitude supérieur à 0,4m.s-1, l'altitude atteinte à partir de 5500 plus fréquent à partir de 7500m, le temps passé en altitude, la répétition des expositions, l'écart de température.

- Liés au patient : le travail musculaire, l'âge supérieur 40ans, l'existence de traumatisme antérieur, l'obésité, la consommation alcool, l'existence de particularité anatomique préexistante telle qu'un foramen ovale, la plongée sous-marine avant une exposition en altitude.

Le traitement :

- Traitement préventif : prévention individuel dénitrogénéation par la respiration d'oxygène pur avant le décollage, conditionnement de la cabine.
- Traitement curatif en vol : descente immédiate, repos, inhalation oxygène et transfert en urgences dans un centre de réanimation équipé d'un caisson de recompression.
- Après le vol traitement spécifique par oxygénothérapie normobare ou hyperbare et un traitement symptomatique des complications de la maladie.

2.3.16. La décompression explosive

Les accidents de dépressurisation de la cabine peuvent survenir avec des conséquences dramatiques.

Que se passe t-il en cas de décompression explosive ?

- Dans la cabine : Souffle pouvant projeter ou éjecter du matériel ou des hommes, production immédiate d'un intense brouillard, conséquence de la production de vapeur d'eau sous l'effet de la détente, apparition d'un froid glacé.
- Sur le corps humain : elle entraîne une surpression pulmonaire responsable d'une détresse respiratoire aigue, un aérobolisme.

Résumé des contre-indications au voyage en avion

Contre-indications au voyage en avion
<p>Pathologies cardiaques et pulmonaires</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Infarctus du myocarde 7 à 10 jours avant le vol▪ Angine de poitrine instable▪ Pontage coronarien 10 à 14 jours avant le départ▪ Décompensation cardiaque▪ Troubles du rythme non contrôlé▪ Maladie thrombo-embolique traitée de moins de 2 semaines▪ Infections pulmonaires contagieuses▪ PaO₂ au niveau de la mer inférieure à 60-70 mmHg sans O₂▪ Exacerbation maladie pulmonaire obstructive ou restrictive▪ Epanchement pleural▪ Pneumothorax de moins de 2 semaines
<p>Pathologies neurologiques</p> <ul style="list-style-type: none">▪ AVC 10 jours avant un vol▪ AIT 2 jours▪ Comitialité incontrôlée ou 24h après un grand mal
<p>Interventions chirurgicales</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Toute intervention gastro-intestinale, thoracique, nasale, gorge, oculaire, exploration chirurgicale neurologique 10 à 14 jours avant le vol▪ Appendicectomie ou laparotomie 5 jours avant le vol▪ Endoscopie 24 heures
<p>Grossesse</p> <ul style="list-style-type: none">▪ A partir de la 36^{ème} semaine (ou 32 si gestation multiple) jusqu'à 7 jours après la délivrance (certificat médical après 28 semaines)▪ Grossesse pathologique

Néonatalogie

- Première semaine de vie

Divers

- Risque de décès
- Maladie contagieuse sévère
- Anémie sévère (hémoglobine < 8,9g/dL) en dehors d'une affection chronique, drépanocytose
- Conduite agressive imprévisible ou psychose aiguë
- Sinusite sévère
- Abscess dentaire
- Syndrome de décompression 3 à 7 jours avant le vol
- Endoscopie thérapeutique avec insufflation d'air < 1 semaine

Source manuel médical IATA 2012 [2]

3. Incidents médicaux survenant à bord d'un vol

3.1. Etat des lieux

- 2,3 milliards de passagers par an, soit 5,5 millions par jour (estimation IATA) (3),
- des voyages sans escale de plus en plus longs (10 h, 12 h, voire 14 h),
- des avions plus gros porteurs (jusqu'à 800 personnes à bord),
- des voyageurs de plus en plus âgés.

Tout cela explique au total, le plus grand nombre d'incidents médicaux à bord; ainsi sur une période de deux ans, sur les vols Air France [4], plus de 5 000 interventions de médecins ont été demandées (la Compagnie Air France déplore chaque année environ 25 décès en vol).

Incidents médicaux en vol

Il n'existe pas de base de données fournissant des informations sur le nombre des incidents médicaux en vol, cependant quelques études publiées dans la littérature permettent de se faire une idée. Plusieurs difficultés sont constatées : souvent le problème rencontré ne reçoit pas de diagnostic, le suivi des sujets après le vol se révèle très difficile, les pathologies liées au vol peuvent se déclarer que tardivement et la relation de cause à effet entre le vol et la survenue d'une pathologie peut être difficile à établir.

Les problèmes cardiaques, y compris les arrêts cardiorespiratoires, sont la principale cause de décès en vol. L'urgence la plus courante à bord, selon le papier Stefanacci [5], est un malaise ou une syncope. D'autres problèmes incluent l'hyperventilation, des symptômes cardiaques tels qu'une dyspnée, une douleur thoracique, des problèmes gastro-intestinaux, et les complications dues au diabète.

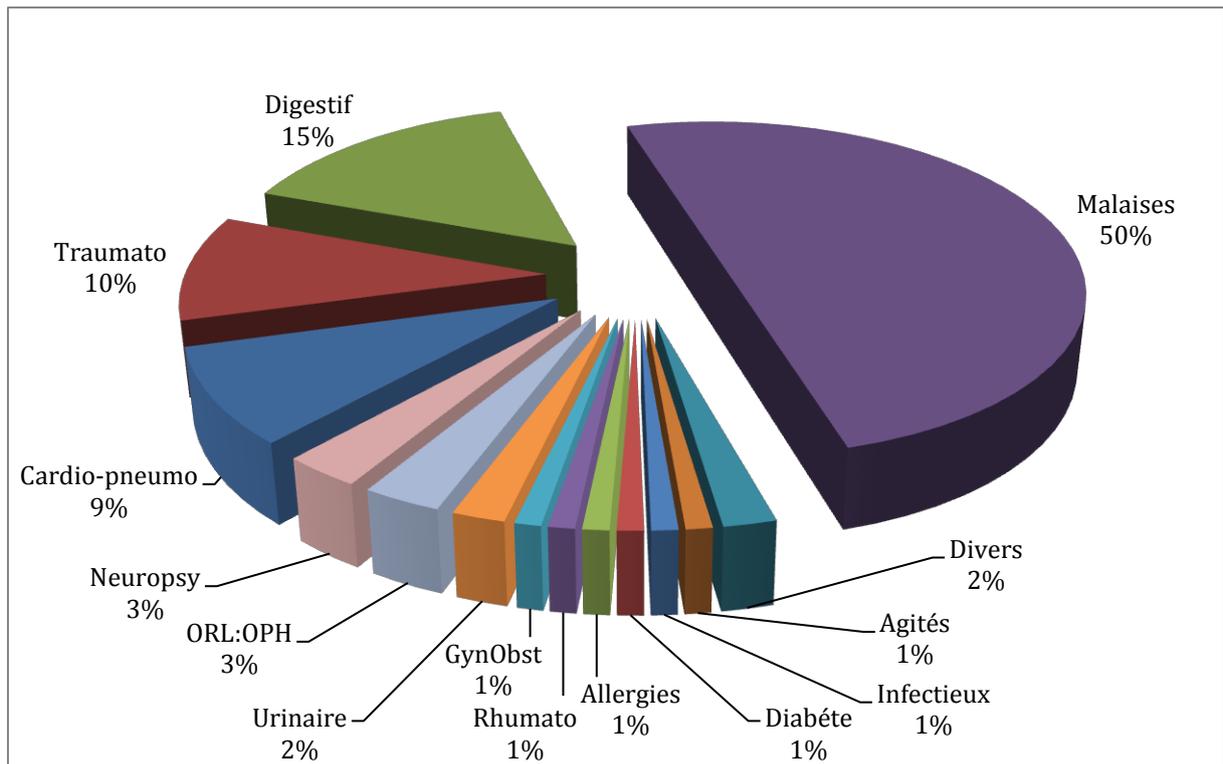


Figure 10. Statistiques Air France Avril 2007/ Mars 2008 : 7138 incidents médicaux

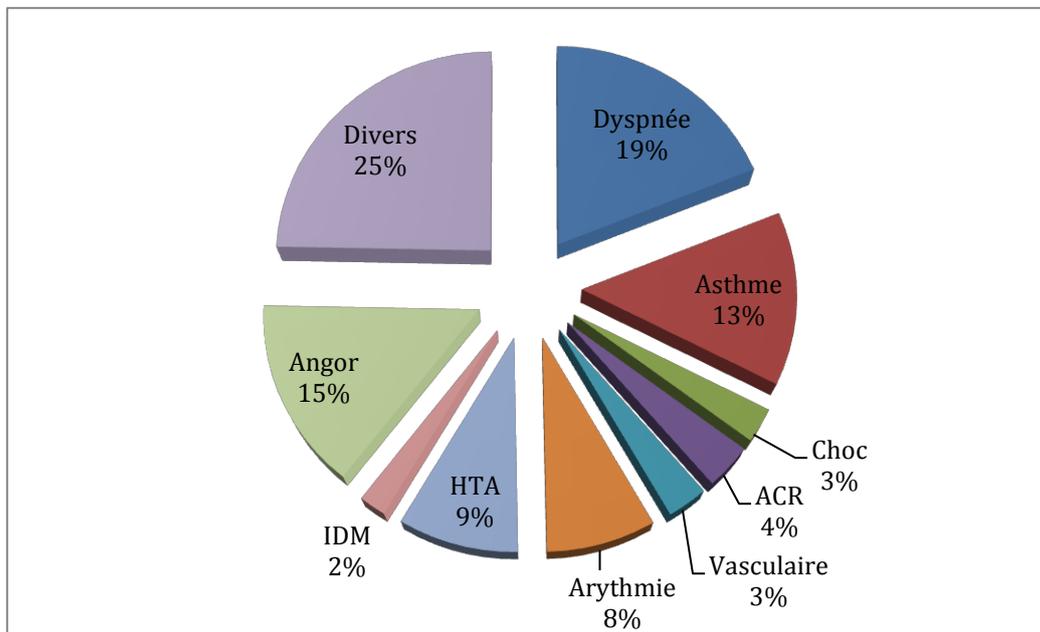


Figure 11. Répartition des problèmes cardio-pulmonaires (487 cas, soit 9,9%) (Statistiques Air France)

Mesures préventives

Le but de la prévention est d'éviter la survenue d'incidents médicaux en vol.

Ces situations sont plus difficiles à gérer à bord d'un avion qu'au sol : espace disponible restreint, environnement sonore, impossibilité d'isoler les patients, difficultés de communication selon la nationalité.

De plus, un médecin n'est pas toujours disponible ou parfois sa pratique quotidienne est éloignée de ce type de situation.

Il faut donc inciter les passagers porteurs d'une pathologie chronique à consulter leur médecin avant de voyager pour bénéficier d'un conseil préalable adapté en fonction du transport et de la destination. Celui-ci pourra équilibrer le traitement, donner des conseils, et autoriser ou contre-indiquer le voyage.

Les passagers eux-aussi doivent se sentir impliqués et responsabilisés face à leur santé.

Avant de partir il leur faut emporter une quantité suffisante de traitement, une copie de leur ordonnance avec le nom des médicaments en DCI, et leur dernier ECG si nécessaire.

3.2. La formation du personnel navigant commercial

Le personnel de cabine est formé au secourisme. Un certificat de sécurité et sauvetage (CSS) est créé en 1955 autorisant la licence en vol et remplacé depuis 2008 par le Certificat de Formation à la Sécurité (CFS). Le CFS, comprenant les aspects médicaux (mises en situation d'urgence et gestes de premiers secours), est une attestation de formation européenne, sanctionnée en France par un examen théorique et un examen pratique qui permettra d'obtenir une licence délivrée par la DGAC (Direction Générale de l'Aviation Civile). Il comporte au moins 100 heures de formation théorique et 35 heures de formation pratique. Depuis le 16 juillet 2008, un règlement européen impose aux membres d'équipage de cabine d'être titulaires de ce certificat.

3.3. La responsabilité du médecin passager : Aspect juridique

« Y-a-t-il un médecin dans l'avion ? »

Cette question serait posée en moyenne 350 fois par jour dans le monde en raison d'un incident médical survenu en vol.

Lorsque l'état de santé du passager dépasse les compétences en secourisme de l'équipage, le commandant de bord cherchera de l'aide auprès d'un médecin passager.

Quelle responsabilité pour le médecin qui intervient ?

Le médecin qui intervient à bord d'un aéronef en vol à la demande ou réquisition du commandant de bord, devient ipso-facto un préposé occasionnel du transporteur.

Conformément au Code civil et à la Convention de Varsovie de 1929, le transporteur est responsable des fautes et omissions de ses préposés si ceux-ci agissent dans l'exercice de leurs fonctions. Sans aucune ambiguïté, il est possible d'affirmer que le transporteur aérien est responsable des actes du médecin-passager, du moment que celui-ci est intervenu à la demande du commandant de bord.

En d'autres termes, en cas de litige, le « passager malade » pourra agir en responsabilité contre le transporteur aérien si la qualité de préposé a été reconnue au médecin passager.

Droit aérien

La convention de Tokyo (14 septembre 1963) et spécialement l'article 3 :

1. « L'Etat d'immatriculation de l'aéronef est compétent pour connaître des infractions commises et actes accomplis à bord. C'est à dire que la législation appliquée dans un avion est celle de l'état dans lequel l'avion est immatriculé.

Il faut toutefois savoir que, si le diplôme médical du médecin n'est pas reconnu dans le pays d'immatriculation du pays, l'urgence prime et l'intervention du médecin est licite.

2. Tout État contractant prend les mesures nécessaires pour établir sa compétence, et sa qualité d'État d'immatriculation, aux fins de connaître des infractions commises à bord des aéronefs inscrits sur son registre d'immatriculation.

3. la présente Convention n'écarte aucune compétence pénale exercée conformément aux lois nationales. »

La loi du pavillon

Quel que soit le lieu de commission réel et quelle que soit la loi matérielle ou de conflit applicable par le tribunal saisi, l'infraction sera réprimée conformément aux dispositions de la loi de l'État d'immatriculation de l'aéronef. 185 États y adhèrent.

Dans le droit américain

La « *Public law* » 105-170 du 24 avril 1998 dite « Loi du Bon Samaritain » ou « Good Samaritan Act » est un texte capital qui impose aux compagnies aériennes, de s'équiper de trousse médicale d'urgence, de défibrillateurs, mais surtout décharge la responsabilité des opérateurs mais aussi des médecins intervenant à bord sauf négligence ou faute professionnelle délibérée.

Des dispositions similaires existent en droit canadien mais aussi dans d'autres états tels que l'Australie ou le Royaume Uni.

La réglementation française

Le code pénal français

- L'article L 6111-6 du nouveau Code des transports stipule que les rapports juridiques entre les personnes qui se trouvent à bord d'un aéronef en circulation seront réglés par la loi de l'état d'immatriculation de l'aéronef.
- L'article 113-4 du Code pénal stipule que la loi française est applicable aux infractions commises à bord des aéronefs immatriculés en France ou à l'encontre de tels aéronefs ou de personnes se trouvant à bord en quelque lieu qu'ils se trouvent.
- L'article 113-11 du Code pénal concerne les crimes et délits. « La loi pénale française est applicable aux crimes et délits à bord ou à l'encontre des aéronefs non immatriculés en France : « Lorsque l'auteur ou la victime est de nationalité française, lorsque l'appareil atterrit en France après les crimes ou délit ou lorsque l'aéronef a été donné en location sans équipage à une personne qui a le siège principal de son exploitation ou à défaut sa résidence permanente sur le territoire de la république »

Que risque un médecin Français en cas de non réponse à un appel ?

La responsabilité du médecin qui refuserait d'intervenir à bord d'un avion peut être recherchée sur le fondement du :

- Code pénal au sens de l'article 223-6 qui définit le délit de **non assistance à personne en danger**. L'article 223-6 du Code pénal sanctionne le délit de non-assistance à personne en danger : le contrevenant est passible de 5 ans d'emprisonnement et de 75 000 € d'amende. Il faut savoir que les médecins français sont tenus par la loi française de répondre à un appel. Dans le cas contraire, ils se mettent sinon dans la position de non-assistance à personne en danger, même en dehors du territoire national et même si l'appel concerne un patient étranger.
- Code de déontologie médicale, intégré au code de la santé publique, en vertu de l'article 9 relatif à l'assistance d'une personne en péril et l'article 70 du code de déontologie médicale édicte que le médecin ne peut intervenir dans un domaine éloigné de sa spécificité ou de sa compétence mais ne s'applique pas aux situations d'urgence. Cette disposition reste applicable même s'il intervient dans un avion immatriculé à l'étranger.

L'article 4127-9 oblige tout médecin à porter assistance à une personne en péril.

L'article 4127-70 rappelle à chaque médecin l'omni-valence de son diplôme. Celle-ci lui permet, en cas d'urgence, de prodiguer ses soins même pour des pathologies ne relevant pas de son domaine.

La responsabilité s'exerce dans le domaine civil, pénal et ordinal

Responsabilité civile

Aucun contrat ne se noue entre le malade et le médecin lorsque celui-ci intervient à la demande du commandant de bord. Son action revêt un caractère bénévole et il utilise les moyens mis à sa disposition par la compagnie. Le médecin devient donc un préposé temporaire de la compagnie aérienne.

En conséquence, la responsabilité se développe sur un terrain délictuel et non plus contractuel. Toutefois, en certaines circonstances, le médecin passager n'a pas qualité de préposé de la compagnie et répond seul, ou par le biais de son assurance de ses actes :

- Lorsque ce médecin décide d'intervenir de son propre chef, sans y avoir été invité par le commandant de bord.
- Après son intervention à la demande du commandant de bord, il en vient à réclamer des honoraires au patient soigné. Cela s'est vu.

Responsabilité pénale

La responsabilité pénale du médecin passager peut être appelée lorsque le médecin, se rend notamment coupable du délit de blessure ou d'homicide par imprudence, de mise en danger de la vie d'autrui ou de non-assistance à personne en péril.

En vol, ce dernier délit naît si le médecin décline, sans raison valable ou cas de force majeure la demande lui étant faite de venir en aide au passager malade.

Responsabilité ordinale

Tout manquement en l'espèce expose son auteur à une sanction ordinale pouvant aller jusqu'à la radiation, temporaire ou définitive du tableau de l'Ordre, donc à l'impossibilité de pouvoir continuer à exercer la médecine.

En résumé :

Le médecin qui intervient pour un transporteur européen ou américain est systématiquement couvert par des assurances spécifiques mais seulement en tant que « prestataire bénévole ».

Dans les faits, la responsabilité personnelle du médecin intervenu à bord n'a jusqu'alors été qu'exceptionnellement remise en cause. Les poursuites intentées contre eux en de telles circonstances sont rares.

Sa responsabilité pénale peut être engagée en cas de manquement grave au titre des soins prodigués ou s'il n'intervient pas, ce qui constitue alors un délit de non assistance à personne en danger.

Le code pénal et le code de déontologie médicale stipulent que le devoir du médecin est d'intervenir quels que soient le territoire ou le pays qu'il survole et l'état d'immatriculation de l'avion.

Conseils et recommandations aux médecins susceptibles d'intervenir :

- Avoir à disposition sa carte professionnelle (sinon le médecin peut être inculpé d'exercice illégal de la médecine),
- Toujours répondre aux appels même si on n'est pas spécialiste de l'urgence,
- Le Commandant de bord est seul maître à bord d'un éventuel déroutement, aidé par le médecin intervenant à bord, l'équipage de cabine, le SAMU 75 (pour les vols Air France) ou des sites privés en ce qui concerne d'autres compagnies.
- Les médecins qui voyagent ont tout intérêt à faire stipuler dans leur contrat d'assurance la clause RC concernant cette possibilité d'intervention en vol.
- Constituer une observation écrite détaillée.
- Demander assistance d'un médecin au sol si besoin, voire proposer un éventuel déroutement de l'avion.

3.4. La trousse médicale d'urgence

Moyens du médecin à bord

L'intervention médicale à bord d'un avion est loin d'être facile. Cela tient au confinement, à l'espace exigü, à la fatigue induite par le décalage horaire et il existe peu d'endroits où allonger le patient. De plus, des problèmes de confidentialité peuvent se poser et l'attitude des autres passagers est parfois gênante. Par ailleurs, les problèmes médicaux rencontrés sont de natures très diverses et le praticien qui intervient peut ne pas être compétent dans le domaine à traiter.

Le médecin dispose de la trousse médicale d'urgence à bord qui sera ouverte à sa demande après contrôle de sa carte professionnelle.

Lorsqu'un incident survenant à bord est évalué par le personnel navigant commercial (PNC) comme dépassant ses compétences, le chef de cabine doit faire appel à l'assistance d'un médecin passager et doit mettre la trousse médicale d'urgence à sa disposition.

L'arrêté du 12 mai 1997 relatif aux conditions du transport aérien public définit les obligations en matière d'équipements de première urgence en fonction du nombre de sièges passagers, de la trajectoire et de l'altitude prévue.

Il y a 2 sortes de trousse dans les équipements de secours.

- **Une trousse médicale d'urgence** (§ OPS 1-755 de l'arrêté), scellée et placée dans le cockpit et utilisable par un médecin ou une personne qualifiée après accord du commandant de bord, est obligatoire si l'avion peut transporter 30 passagers et qu'un point de sa route prévue est à plus de 60 minutes de vol d'un aéroport où une assistance médicale de proximité est disponible. Son contenu: adrénaline, trinitrine, nifédipine, atropine, diurétique, corticoïdes, anti-inflammatoires, bronchodilatateur, psychotropes, antipaludéens, glucose hypertonique, et stéthoscope, tensiomètre, canules, garrots, seringues et champs et une fiche d'utilisation et un questionnaire pour guider le contact avec un médecin au sol.
- **Plusieurs trousses, dites « de première urgence »** (une par tranche de 100 sièges, § OPS 1-745) sont accessibles au personnel navigant. Leur contenu est amélioré selon la compagnie par des médicaments et produits reconnus pour leur innocuité: compresses et bandages adhésifs et élastiques, compresses antiseptiques et pour brûlures, ciseaux et attelles, pansements adhésifs, kit de réanimation jetable, analgésique (paracétamol), antiémétique (cinnarizine), décongestionnant nasal, antigestalgique, antidiarrhéique (lopéramide), collyre (non exigé), manuel de premiers secours... La liste est rédigée en deux langues, dont l'anglais.



Figure 12. Trousse médicale d'urgence

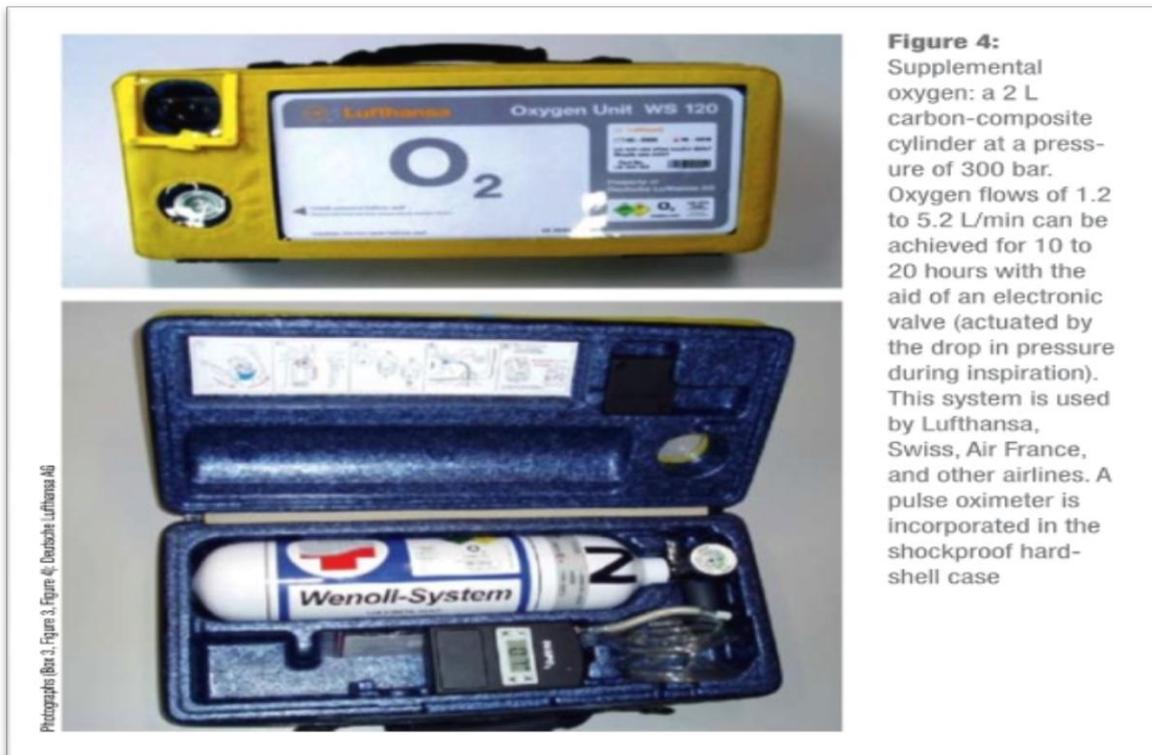


Figure 4: Supplemental oxygen: a 2 L carbon-composite cylinder at a pressure of 300 bar. Oxygen flows of 1.2 to 5.2 L/min can be achieved for 10 to 20 hours with the aid of an electronic valve (actuated by the drop in pressure during inspiration). This system is used by Lufthansa, Swiss, Air France, and other airlines. A pulse oximeter is incorporated in the shockproof hard-shell case

Photographie (Bas à gauche, Figure 3, Figure 4, Droite) Lufthansa AG

Figure 13. Oxygène à bord d'un avion de ligne

Les recommandations américaines de 2001 quant à sa composition sont données par la Federal Aviation Administration (FAA) [6].

Les recommandations européennes fournies par la Joint Aviation Authority (JAA) sont superposables.

Chaque compagnie adapte ensuite son contenu en fonction de ses besoins et habitudes.

Recommandations de l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale)

PIECE JOINTE 1 – TROUSSE DE PREMIERS SECOURS

<i>Nombre de Trousse de premiers soins</i>	1 – 4 (suivant le nombre de sièges de passagers installés)
Équipement	Bandages (assortiment de tailles)
	Compresses pour brûlures (non spécifiés)
	Pansements pour traiter les blessures, petite et grande taille
	Petits pansements adhésifs – assortiment de tailles
	Sparadrap
	Adhésifs suturants
	Épingles de sûreté
	Ciseaux
	Désinfectant cutané
	Gants jetables
	Kit de réanimation jetable
<i>Médicaments</i>	Analgésique simple
	Antiémétique
	Décongestionnant nasal
	Anti-gastralgique
	Préparation anti-diarrhéique
	Note: Un collyre, bien que non exigé dans la trousse de premiers secours standard, devrait, dans mesure du possible, être disponible en vue d'une utilisation au sol.
<i>Autres</i>	Manuel de premiers secours ¹
	Formulaire de compte-rendu d'incident médical
	Poches jetables pour déchets biochimiques.

<i>Nombre de Trousses Médicales d'urgence</i>	1 (dans les avions dont le vol exige la présence d'un membre d'équipage de cabine)
<i>Équipement</i>	Sphygmomanomètre - sans mercure
	Thermomètre - sans mercure
	Stéthoscope
	Seringues et aiguilles
	Pince à épiler
	Tubes oropharyngés (3 tailles)
	Nécessaire à intubation ¹
	Garrots
	Gants jetables
	Boîte d'aiguilles jetables
	Cathéter Urinaire (2 tailles)
	Trousse de base pour accouchements
	Aspirateur chirurgical
	Masques
	Équipement pour tester le taux de glucose dans le sang
	Scalpel
<i>Instructions</i>	Une liste des composants, rédigée en 2 langues au minimum (l'anglais et une autre). Celle-ci devrait comporter des informations relatives aux conséquences et effets secondaires des médicaments transportés. Instructions de base sur l'utilisation des médicaments (nom commercial et nom du générique) dans la trousse. Cartes ACLS.
<i>Médicaments</i>	Vasodilatateur coronarien
	Antispasmodique
	Épinéphrine/Adrénaline à 1:1.000 et 1:10.000
	Corticostéroïdes
	Analgésique puissant
	Diurétique
	Antihistaminique, forme orale et injectable
	Sédatif/anticonvulsif, injectable et/ou sous forme rectale, sédatif oral
	Médicament pour traiter l'hypoglycémie
	Antiémétique
	Atropine
	Liquides IV, en quantité suffisante ¹
	Dilatateur bronchique - sous forme injectable et d'inhalation
<i>Défibrillateur externe automatisé</i>	Il est recommandé que des Défibrillateurs externes automatisés soient transportés à bord des aéronefs appropriés ¹

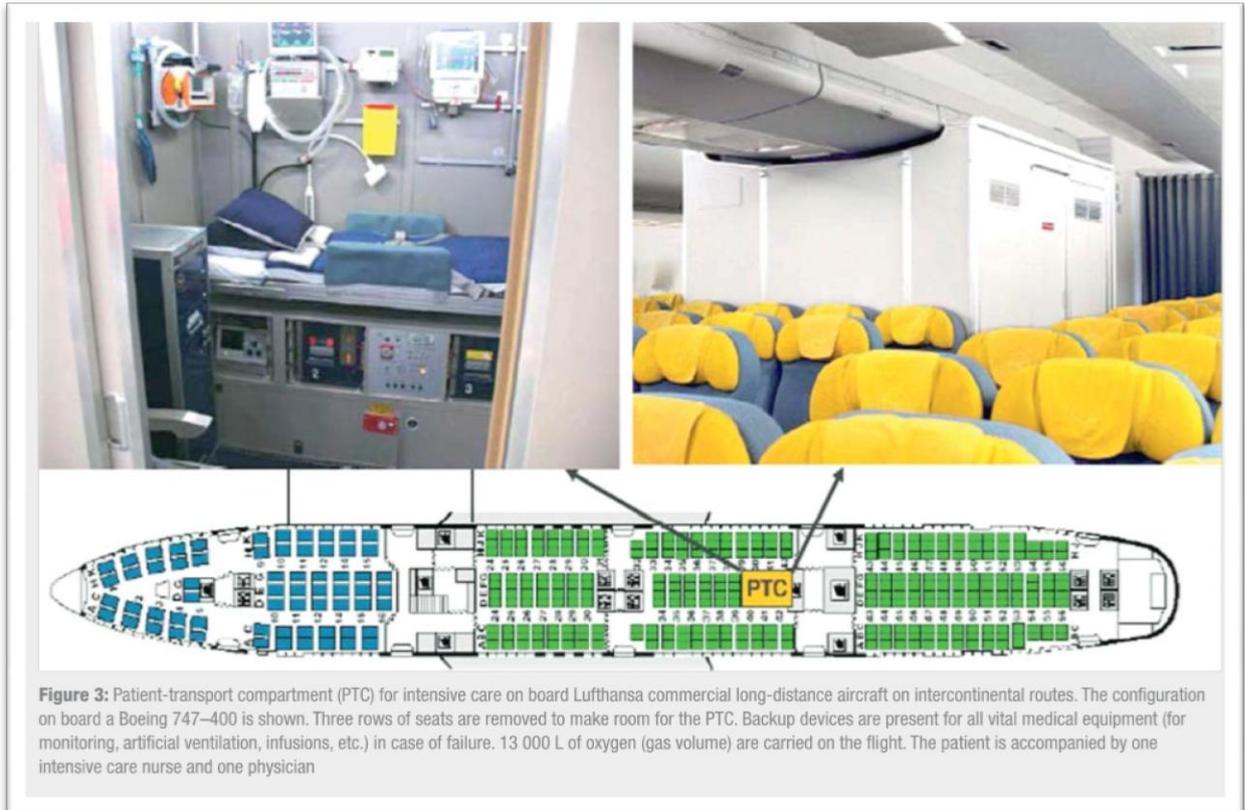


Figure 14. Cabine médicale d'un avion

La plupart des compagnies aériennes exigent des équipages de cabine qu'ils remplissent des formulaires de compte rendu suite à un incident médical. Ces comptes rendus ont un certain nombre de fonctions potentielles :

- Maintenir la chaîne des soins de santé en fournissant des informations aux services médicaux au sol qui prendront le relais des soins à l'atterrissage.
- Fournir des informations aux compagnies aériennes et aux autorités de réglementation sur la nature et l'issue des incidents médicaux, afin d'aider à fournir des informations permettant de contribuer à :
 - L'élaboration de recommandations, de lignes d'orientation sur l'aptitude physique du passager à voyager ;
 - La fourniture des trousseaux et équipements médicaux ;
 - La formation du personnel de cabine.
- Conserver un historique de l'incident et des actions prises, en cas de plaintes ou de litiges de clients.

L'IATA a élaboré un Modèle de Formulaire d'incident médical, qui a été révisé par le Groupe de travail CEAC (Conférence Européenne de l'Aviation Civile) sur les questions de santé du passager aérien et entériné par le Groupe de Conseil médical de l'IATA en tant que formulaire recommandé mais non obligatoire sur le plan international pour la collecte de données concernant les incidents médicaux en vol. (Cf Annexe)

Exemple de déroutements pour cause médicale

Exemple de CRASDAB Cas n°1 « Arrêt cardio-respiratoire »

CRASDAB du 4 novembre 1997					
N° vol :	AF3698	Aéroport Départ	Charles de Gaulle	Aéroport Arrivée	Saint Domingue
Personne Accidentée :	Homme	79 ans	Français		
	Porteur d'un stimulateur cardiaque				
Médecin :	OUI, 1 Français				
Contact SAMU :	NON				
Circonstances :	Patient trouvé inconscient Des compressions thoraciques sont réalisées, sans succès.				
Traitement à bord :	Mise en décubitus dorsal, compressions thoraciques.				
Durée Intervention :	30 minutes				
Ouverture de la trousse médicale d'urgence :	Sans précision				
Situation géographique de l'appareil :	A 1 heure 15 minutes de Paris Charles de Gaulle				
Déroutement :	Demi-tour vers Paris Charles de Gaulle sur décision du Commandant de bord.				
Devenir du Patient :	Décédé.				

Source Air France

Cas n°2 : « Suspicion d'infarctus du myocarde »

CRASDAB du 7 janvier 1998					
N° vol :	AF996	Aéroport Départ	Johannesburg	Aéroport Arrivée	Paris CDG
Personne Accidentée :	Homme	70 ans	Anglais		
	Antécédents : hypertension, surcharge pondérale				
Médecin :	Psychiatre Anglais				
Contact SAMU :	Oui				
Circonstances :	1h15min après le décollage, le passager présente un malaise de 3 à 4 minutes associé à une cyanose péribuccale et d'importantes sueurs. La pression artérielle est à 140/80 mmHg. Le passager signale une douleur abdominale associée à une douleur du bras gauche. A l'auscultation, le médecin perçoit des bruits du cœur irréguliers. L'ECG réalisé par l'équipe médicale au sol à l'arrivée confirmera le diagnostic d'infarctus du myocarde.				
Traitement à bord :	Mise en décubitus dorsal, oxygénothérapie, Aspégic (acide acétyl-salicylique / lysine), trinitrine en spray.				
Durée Intervention :	1 heure 15 minutes				
Ouverture de la trousse médicale d'urgence :	Utilisation du stéthoscope, du tensiomètre et de la trinitrine spray.				
Situation géographique de l'appareil :	A 1 heure 15 minutes de Johannesburg				
Déroutement :	Demi-tour et retour vers Johannesburg, décidé par le SAMU étant donné l'absence de structure médicale fiable sur la route du trajet.				
Devenir du Patient :	Hospitalisation.				

Source Air France

Le défibrillateur semi-automatique

Plusieurs compagnies embarquent un défibrillateur semi-automatique. Virgin Atlantic Airways est la première compagnie à s'équiper de défibrillateurs externes automatiques en mai 1990 ; Air France est équipée depuis 2002.



Figure 15. Philips AED Heart Start FR2 model on commercial airlines.

**MODELE DE COMMUNICATION SAMU
APRES UTILISATION DU DSA**

Cette fiche est renseignée par le PNC, puis remise au CDB qui communique ces informations au CCO chargé de les retransmettre au SAMU.

Sexe :	<input type="checkbox"/>	Masculin
	<input type="checkbox"/>	Féminin
Age :	<input type="checkbox"/>	
DECOUVERTE :	<input type="checkbox"/>	Accident cardio-vasculaire respiratoire devant le PNC
	<input type="checkbox"/>	
ETAT AVANT MALAISE :	<input type="checkbox"/>	Douleur thoracique
	<input type="checkbox"/>	Crise convulsive
	<input type="checkbox"/>	Difficulté respiratoire
UTC (1 ^{er} CHOC) :	<input type="checkbox"/> : <input type="checkbox"/>	
NBR, CHOCS :	<input type="checkbox"/>	
MEDECIN A BORD :	<input type="checkbox"/>	Oui
	<input type="checkbox"/>	Non
	<input type="checkbox"/>	Paramédical
TRAITEMENT MEDICAL :	<input type="checkbox"/>	Perfusion
	<input type="checkbox"/>	Adrénaline
	<input type="checkbox"/>	Xylocaïne
	<input type="checkbox"/>	Perfusion + Adrénaline
	<input type="checkbox"/>	Perfusion + Xylocaïne
	<input type="checkbox"/>	Adrénaline + Xylocaïne
	<input type="checkbox"/>	Perf + Xylo + Adréna
ETAT DE CONSCIENCE :	<input type="checkbox"/>	Conscience normale
	<input type="checkbox"/>	Coma léger
	<input type="checkbox"/>	Coma profond
ETAT CARDIOVASCULAIRE :	<input type="checkbox"/>	Absence de pouls
	<input type="checkbox"/>	Présence de pouls
	<input type="checkbox"/>	Tension artérielle
ETAT RESPIRATOIRE :	<input type="checkbox"/>	Absence de respiration
	<input type="checkbox"/>	Difficulté respiratoire
	<input type="checkbox"/>	Respire calmement

Source Air France

Régulation médicale au sol : avis médical extérieur par contact radio

Il est possible pour un aéronef en vol d'établir une communication avec des médecins au sol. Ces médecins peuvent travailler pour des urgences publiques ou privées. Ainsi, les compagnies aériennes travaillent avec des sociétés privées spécialisées dans ce domaine principalement International SOS et MedAire. Les services médicaux de base sont fournis par une entreprise qui offre 24 heures d'assistance médicale, de formation, et des trousseaux médicaux à jet internationale des fabricants et des grandes compagnies aériennes. MedAire exploite un système appelé le Centre MedLink Global Response, qui fournit aux médecins un accès à bord appel direct aux médecins de soins d'urgence et à d'autres services de gestion des urgences médicales en vol. MedLink rapporté la gestion de 19.000 appels à l'aide chaque année à partir de son centre d'appels, basé au sein de l'unité d'urgence de la bannière Bon Samaritain Centre médical à Phoenix, Arizona [7]. Depuis 1972, tout aéronef appartenant à Air France, est en rapport 24 heures sur 24 en tout point du globe avec les urgentistes du SAMU parisien par radio ou ACARS (Aircraft Communications Addressing and Reporting System).

Télémédecine

La télémédecine permet de transmettre des données au service médical au sol. Le système de télémédecine par liaison satellite permet l'envoi de données médicales vers un centre d'écoute médicale. Au vu des paramètres transmis, le médecin régulateur au sol peut prendre les bonnes décisions.

Des dispositifs de télémédecine sont déjà disponibles et ont fait l'objet d'essais et d'utilisation sur les aéronefs commerciaux. En outre, il n'existe pas actuellement de normes agréées ni d'exigences harmonisées pour de tels dispositifs.

Actuellement, les compagnies Virgin Atlantic Airways ou Lufthansa ont expérimenté cet équipement à bord de leurs vols commerciaux. Il peut transmettre un électrocardiogramme à 12 dérivations, l'oxymétrie de pouls, la capnographie, le pouls, la tension artérielle et la température, ainsi qu'un lien de communication directe, telle que la vidéo, avec les médecins.

Déroutement de l'appareil

L'échec des ressources à bord oblige à un déroutement qui est de la seule responsabilité du commandant de bord. Le déroutement est pour toute compagnie un véritable enjeu économique, judiciaire et logistique.

L'équipage dispose d'une base de données, classant les aéroports en rouge, orange ou vert en fonction de leur capacité à assurer l'urgence. Il faut non seulement un aéroport qui puisse satisfaire la demande médicale, mais aussi un aéroport qui dispose de la logistique adéquate pour accueillir un gros porteur.

4. Etude

4.1. Objectifs de l'étude

Nous nous proposons de faire un état des lieux concernant la prévention et la prise en charge des pathologies cardiovasculaires au cours du transport aérien.

Pour cela, nous aborderons plusieurs points, qui seront exposés de façon suivante :

1. Exposer des données épidémiologiques des urgences cardiovasculaires en vol, des causes des déroutements et de l'utilisation du défibrillateur semi-automatique.
2. Analyser les risques coronariens liés au voyage en avion et les recommandations actuelles concernant les délais après un infarctus.
3. Evaluer les risques de troubles du rythme cardiaque en vol et connaître les précautions à prendre chez les patients porteurs d'un pacemaker ou d'un défibrillateur cardiaque.
4. Discuter l'aptitude au vol chez les patients ayant une insuffisance cardiaque.
5. Identifier les moyens de prévention et les patients à risque au cours d'une consultation pré-vol.
6. Connaître les données épidémiologiques, les facteurs de risque et les moyens de prévention des pathologies thromboemboliques dans le cadre du transport aérien.
7. Discuter les modalités d'une évacuation sanitaire chez les patients atteints de pathologies cardiovasculaires.

Ces questions sont abordées de façon à connaître dans un premier temps l'incidence des urgences cardiaques, les risques chez les patients coronariens, le risque de troubles du rythme et le risque de décompensation chez les patients insuffisants cardiaques. Dans un deuxième temps, nous exposerons les recommandations actuelles et les conseils lors d'une consultation. Par la suite, nous présenterons les problèmes liés aux pathologies thromboemboliques et leurs moyens de prévention.

Pour finir, nous évoquerons l'évacuation sanitaire lorsqu'il existe un échec des ressources ou lorsque survient un événement cardiaque lors du voyage.

Ces questions seront traitées dans le but d'identifier des axes de recherche et d'optimiser la prise en charge actuelle et future au cabinet du praticien, comme à bord d'un avion.

4.2. Matériel et méthode

4.2.1. Stratégie de recherche documentaire

Il s'agit d'une revue méthodique et systématique de la littérature portant sur les pathologies cardiovasculaires et le transport aérien.

Une recherche bibliographique des articles publiés en langue française et anglaise entre janvier 1980 et février 2013 a été réalisée dans les bases de données à l'aide des mots clés suivants, sélectionnés à partir du thésaurus *Medical Subjects Headings* (MeSH):

« Flight », « Travel medicine », « Cardiovascular disease », « Coronary disease », « Elderly », « Emergencies », « Travel's thrombosis », « Pulmonary embolism », « Venous thromboembolism », « Economy class syndrome », « Heart failure », « Moderate Altitude » et « Arrhythmias ».

D'autres articles ont été identifiés à partir de la liste des références bibliographiques des articles précédemment sélectionnés et ont été inclus dans l'analyse.

Cette revue porte sur 12 bases de données bibliographiques.

Bases de données informatiques	Bases de données de la littérature grise	Listing de thèses et mémoires	Registres d'essais cliniques
- Cochrane Library - Medline/Pubmed - Science direct - Scopus - WILEY online library - RefDoc.fr	- AsMA - IATA - Contact direct avec des médecins de la compagnie Air France	- SUDOC - Bibliothèque interuniversitaire de médecine	- OMS (WHO)

Tableau 3. Bases de données bibliographiques

Pour la recherche d'études non publiées et de données statistiques, nous avons contacté et rencontré des médecins de la compagnie Air France, afin de limiter les biais de sélections.

De même, une recherche sur internet via le moteur de recherche « Google » a permis d'élargir un accès aux informations médicales destinées aux professionnels de santé et aux voyageurs.

4.2.2. Critères d'inclusion et d'exclusion

Critères d'inclusion

Seuls les articles en français et anglais ont été inclus.

Concernant les recommandations, les articles les plus récents ont été sélectionnés.

Critères d'exclusion

Tous les articles concernant les effets de la haute altitude, supérieure à 2500 mètres, ont été éliminés, ainsi que les articles ne répondant pas aux critères de qualité de la Haute Autorité de Santé. Les articles concernant les enfants de moins de 18 ans ont été exclus.

4.2.3. Critères de qualité

L'analyse critique s'est appuyée sur le guide d'analyse de la littérature de la Haute Autorité de Santé (HAS ex-ANAES) [8]. Le niveau de recommandations a été coté selon les grilles proposées par l'HAS (Cf. Annexe 5) en niveau A, B ou C selon les modalités suivantes :

- Une recommandation de niveau A est fondée sur une preuve scientifique établie par des études de fort niveau de preuve (niveau de preuve 1).
- Une recommandation de niveau B est fondée sur une présomption scientifique fournie par des études de niveau intermédiaire de preuve (niveau de preuve 2).
- Une recommandation de niveau C est fondée sur des études de moindre preuve.
- En l'absence de précision, les recommandations proposées reposent sur un accord professionnel au sein du groupe de travail et du groupe de lecture : avis d'experts.

Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature	Grade des recommandations
Niveau 1 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Essais comparatifs randomisés de forte puissance ▪ Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ▪ Analyse de décision basée sur des études bien menées 	A Preuve scientifique établie
Niveau 2 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Essais comparatifs randomisés de faible puissance ▪ Etudes comparatives non randomisées bien menées ▪ Etudes de cohorte 	B Présomption scientifique
Niveau 3 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Etudes cas-témoin 	C Faible niveau de preuve scientifique
Niveau 4 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Etudes comparatives comportant des biais importants ▪ Etudes rétrospectives ▪ Séries de cas ▪ Etudes épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale) 	

Tableau 4. Grade des recommandations

4.2.4. Sélection des articles

Nous avons sélectionné les articles dans un premier temps à partir des titres et des résumés. Les articles ainsi trouvés ont été lus dans leur intégralité, puis leur pertinence a été évaluée par rapport au sujet de notre thèse à l'aide de la grille de lecture standardisée de l'HAS.

Nous avons approfondi notre recherche en passant en revue la bibliographie de chaque article ou document sélectionné puis en prenant connaissance des articles considérés utiles pour notre sujet.

Après avoir exclu les articles ne répondant pas aux critères de validité ou d'applicabilité, nous avons extrait des documents sélectionnés les informations pertinentes.

Au total, 97 articles ont été analysés pour ce travail. Auquel nous avons rajouté 20 recommandations et conférences de consensus et 6 thèses se rapportant aux recommandations

aux voyageurs, au risque cardiaque, au moyen de secours lors d'un incident à bord d'un avion ou à la prévention de la maladie thromboembolique.

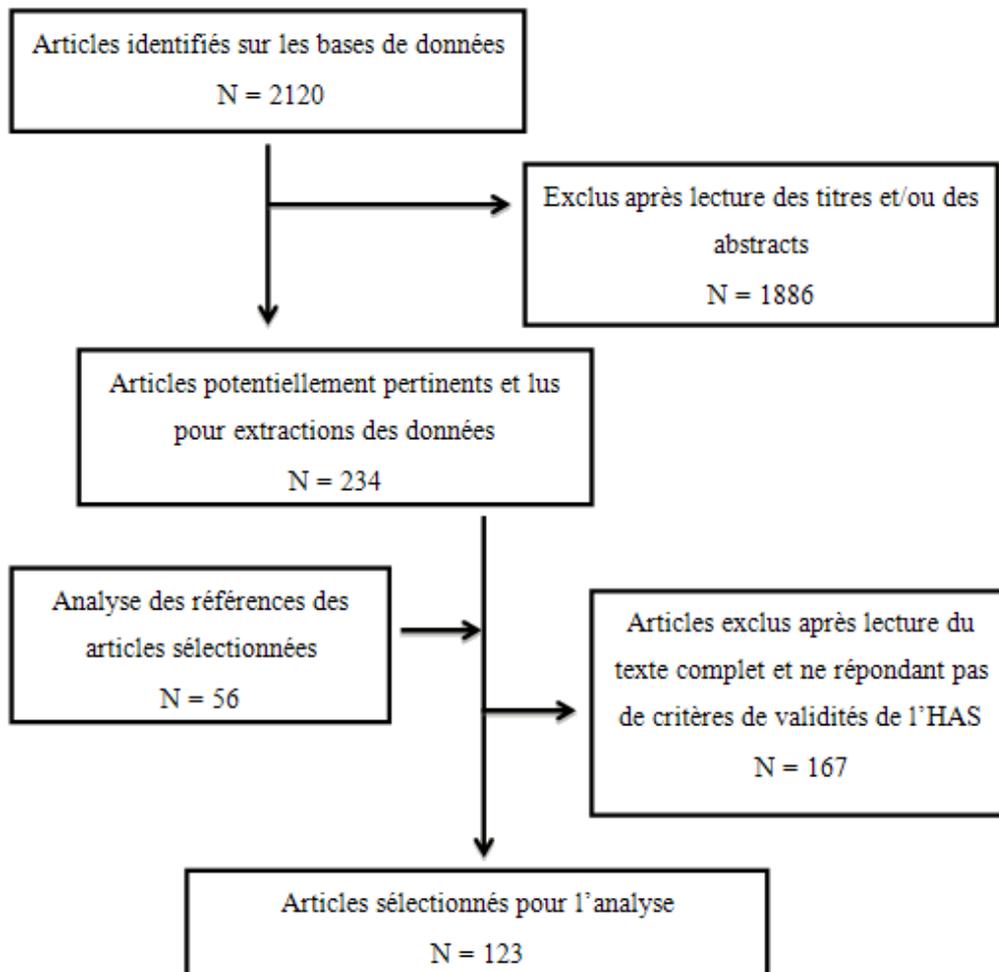


Diagramme des articles sélectionnés

Ainsi, nous avons sélectionné 123 références qui ont été classées de la façon suivante :

- 26 Méta-analyses
- 14 Recommandations
- 2 Études épidémiologiques
- 6 Congrès ou conférences de consensus
- 39 Études descriptives
- 6 Thèses
- 21 Études de causalité
- 6 Articles de physiopathologie dont 1 livre de médecine aéronautique
- 3 Articles de cas cliniques

Les références ont ensuite été triées en fonction des questions posées pour chaque sous-partie de notre thèse. Plusieurs sources ont pu être utilisées pour répondre à différentes questions.

4.3. Résultats

4.3.1. Urgences cardiovasculaires en vol

4.3.1.1. Données épidémiologiques

Quelles sont les urgences les plus fréquentes au cours d'un vol et la part des urgences cardiovasculaires ?

Il existe peu de données solides disponibles sur les événements médicaux survenant en vol.

En effet les compagnies aériennes n'ont aucune obligation à recenser les incidents survenus à bord de leurs avions de ligne. De plus, les données sont souvent imprécises puisqu'elles sont relevées par des personnes n'ayant pas forcément une formation médicale.

Dans le monde, il a été rapporté que seulement 17% de toutes les urgences médicales chirurgicales sont documentées, la plupart d'entre-elles de manière incohérente, ce qui semble indiquer que la législation de la documentation standardisée obligatoire et la mise en place d'un registre international sont nécessaires [9].

Cependant certaines études rétrospectives permettent de se faire une idée plus précise concernant les statistiques, et d'améliorer ainsi la prise en charge.

Les incidents médicaux au cours des voyages aériens sont estimés à 350 par jour dans le monde [10] ! Cela correspond, selon les études, à une alerte pour 14 000 à 39 600 passagers.

Toutefois, les affections qui posent problèmes sont celles qui mettent en jeu le pronostic vital, en particulier l'arrêt cardiaque. Sa survenue est estimée à 1000 cas par an dans le monde [10-12]. Les situations d'urgence à bord de toutes sortes sont à la hausse: un document de 2011 par la *Harvard Medical School* des professeurs Mattison Melissa et Mark Zeidel [11], publiée dans le *Journal of the American Medical Association*, cite un sondage des compagnies aériennes européennes qui a révélé 10 000 manifestations médicales d'urgence sur une période de cinq ans. La moitié de ces incidents requiert un avis médical.

Cet avis est obtenu à bord dans 69 % des cas, auprès d'un médecin (40 %), d'une infirmière (25 %) ou d'un « paramedic » (4 %) présent dans l'avion [1-10-25]. Un médecin répond à l'appel de l'équipage dans 77,6% des cas (89,8% sur un vol long courrier, 71,2% sur un vol moyen courrier et 37,3% sur un vol court courrier) selon les statistiques Air France [4].

Dans 79 % des cas, il y a concordance entre le diagnostic porté dans l'avion et le diagnostic final [13]. Selon les résultats disponibles, les problèmes digestifs sont de loin les premiers en

cause (environ 25 %) devant les causes cardiaques (10 %) et neurologiques (10 %) [10] (figure 16).

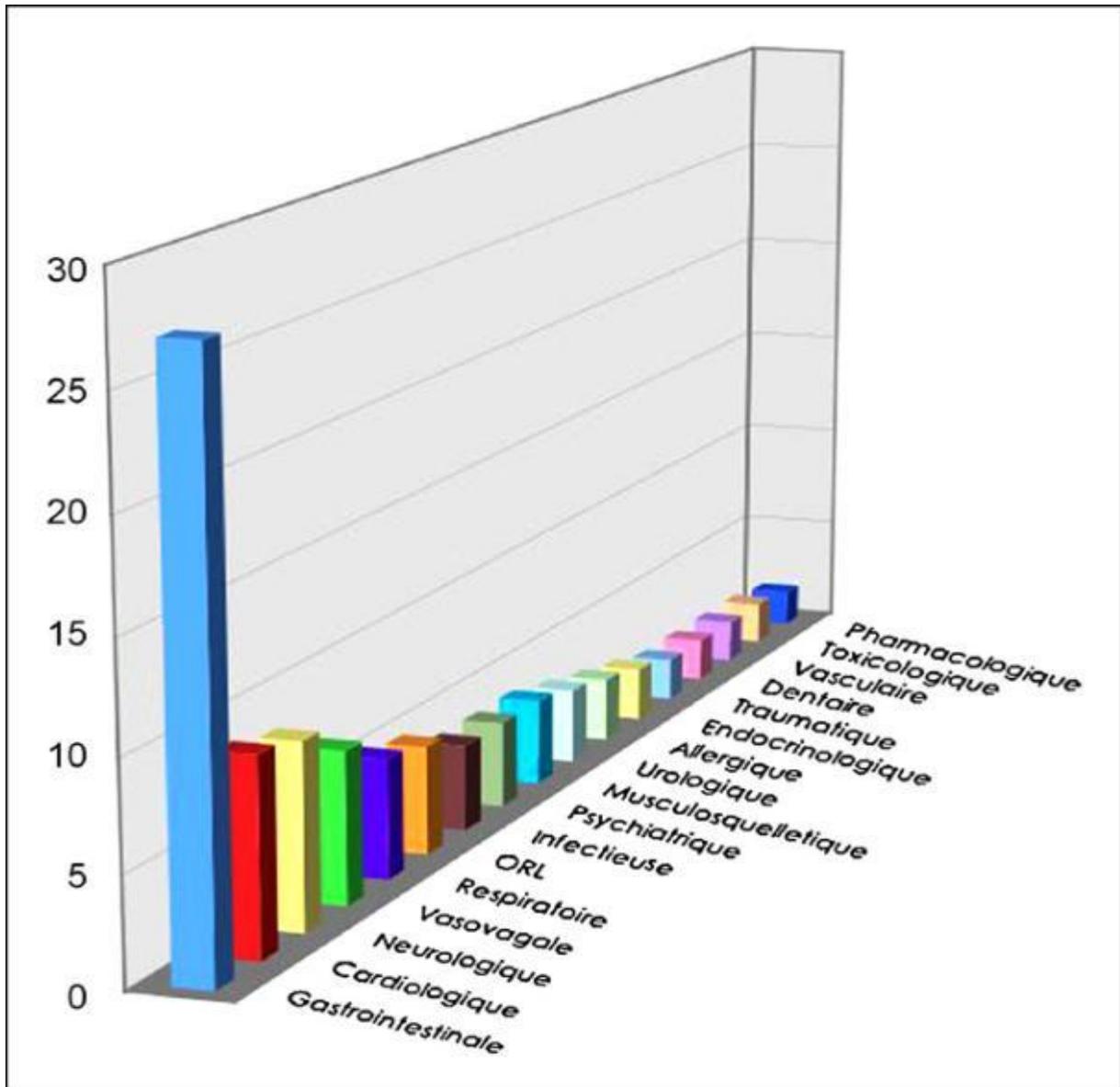


Figure 16. Principaux motifs de recours à un médecin au cours des voyages en avion (d'après [10]

Y a-t-il un médecin à bord de l'avion ? 2010)

Cependant d'autres études montrent que le malaise est la première cause d'incident en vol. Les statistiques de 2000 de MedAire, un fournisseur de télémédecine d'urgence pour l'industrie de l'aviation commerciale, montrent que sur les 8500 appels médicaux gérés cette année-là, la majorité (21,4%) était la syncope vaso-vagale [14].

Type d'incident médical	Cummins et Schubach, 1989 [5] (n = 1107)	Dejohn et al, 2000 [6] (n = 1132)	Dowdall, 2000 [7] (n = 910)
Malaise vagal	4 % de tous les incidents médicaux	22 %	8 %
Cardiologique	20 %	20 %	10 %
Neurologique	8 %	12 %	9 %
Gastro-intestinal	15 %	8 %	28 %
Respiratoire	8 %	8 %	5 %
Traumatique	14 %	5 %	3 %

Tableau 5. Y a-t-il un médecin dans l'avion ? 2006 [13]

Il est généralement admis que la plupart des incidents en vol sont mineurs. Les incidents les plus sérieux regroupent les causes cardiovasculaires et respiratoires ainsi que les accidents vasculaires cérébraux, cause principale de déroutement.

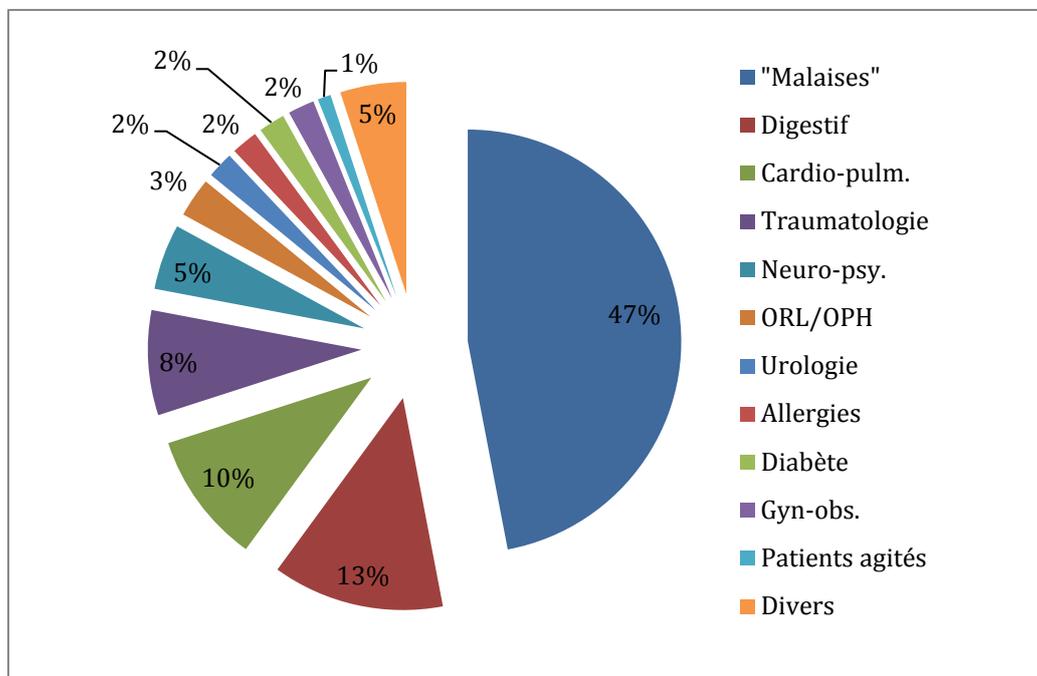


Figure 17. Répartition des différentes pathologies sur 4294 cas (statistiques Air France)

Parmi les types d'incidents les plus fréquents, les malaises regroupent 47% des incidents en vol. Parmi ces 47%, 35% correspondent à un malaise vagal (lié au stress dans 10% des cas), à l'alcool ou aux médicaments dans 4% des cas, et à une cause indéterminée dans 16% des cas.

Les urgences cardio-pulmonaires recensées se déclinent en [15-16] :

- Syncopes vagues, hypotension orthostatique
- Dyspnées, crises d'asthme
- Douleur thoracique atypique, angor, infarctus du myocarde

- Troubles du rythme
- Poussée d'hypertension
- Accidents vasculaires cérébraux
- Suspicion de phlébite

Une étude rétrospective européenne [17] a recensé 10.189 cas d'urgences médicales chirurgicales entre janvier 2002 et décembre 2007, fournis par une analyse des rapports médicaux de deux compagnies aériennes.

Résultats :

- La syncope était la condition médicale la plus couramment signalée (5307 cas, 53,5%), suivie par des troubles gastro-intestinaux (926 cas, 8,9%) et les troubles cardiaques (509 cas, 4,9%).
- Les conditions chirurgicales les plus courantes sont la thrombose veineuse (47 cas, 0,5%) et l'appendicite (27 cas, 0,25%).
- Dans 2,8% des toutes les urgences, soit 279 cas, un déroutement de l'avion a été effectué.
- Les diagnostics les plus fréquents provoquant le déroutement en vol étaient l'infarctus du myocarde (22,7%), l'apoplexie (11,3%) et les crises d'épilepsie (9,4%).
- Dans 86% des cas, un médecin ou un professionnel de la santé a été impliqué.

Dans une étude réalisée en 2002, Qureschi *et al* [18] se sont interrogés sur les antécédents médicaux des passagers. Durant six mois, ils ont fait rapporter tous les incidents ainsi que le passé médical de tous les passagers s'étant plaints. 65% des problèmes survenus à bord paraissent être liés à des antécédents connus ; 14% des passagers interrogés souffraient d'une pathologie cardiaque.

MedAire [7] constate que les passagers souffrant de diabète, de troubles épileptiques, cardiaques et respiratoires comptent pour 23% des décès en vol et 29% des déroutements.

Jorge et al en 2005 [19], ont analysé les demandes de consultations dans un centre médical d'une compagnie aérienne européenne. Près de 15% des demandes sont faites pour

l'évaluation de l'aptitude en vol pour cause cardiovasculaire. Or, 40% des patients se voient contre-indiqué le vol.

Selon, les statistiques Air France, en 2005, chez les plus de 65 ans les incidents cardiovasculaires représentaient 29 % des incidents survenus en vol.

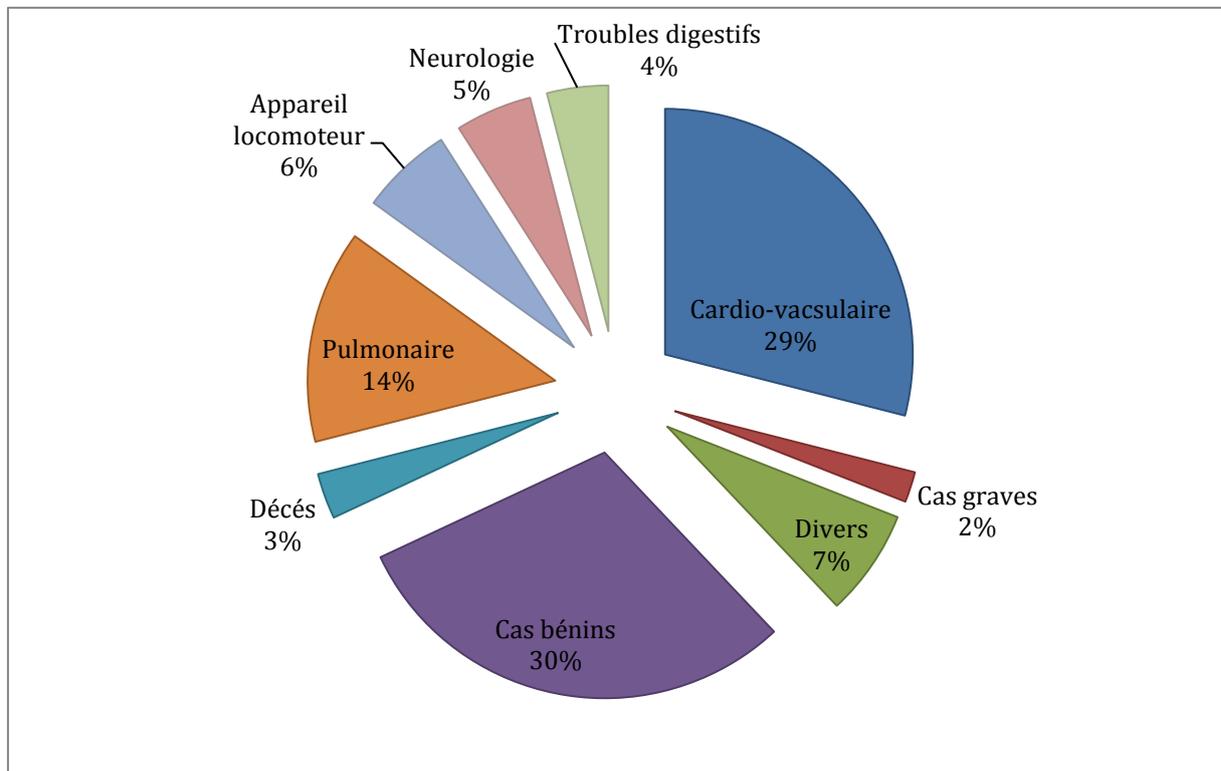


Figure 18. Répartition des incidents médicaux chez les plus de 65 ans (Source Air France 2005)

4.3.1.2. Quelles sont les causes de déroutements ?

L'échec des ressources à bord oblige à un déroutement qui est de la seule responsabilité du commandant de bord.

Le taux de déroutement est estimé entre 8% et 13% de toutes les urgences médicales en vol [13-20]. Selon une étude de 2000 effectuée par la *Federal Aviation Administration* (FAA), 13 % des incidents médicaux aboutissent à un déroutement qui est dû pour ses principales raisons à une pathologie cardiologique dans 46 % des cas, neurologique dans 18 % et respiratoire dans 6 % [21]. En 2007, une étude réalisée sur plusieurs compagnies européennes révèle que 58% des détournements étaient sur des vols intercontinentaux et 42% sur des vols continentaux [17].

Les coûts totaux d'un déroutement dépendront de la taille de l'avion, allant de 30.000 \$ à 725.000 \$ par réaffectation, ce qui peut inciter les compagnies aériennes à se concentrer sur l'amélioration, dès le pré-vol, du dépistage des patients atteints de maladies chroniques.

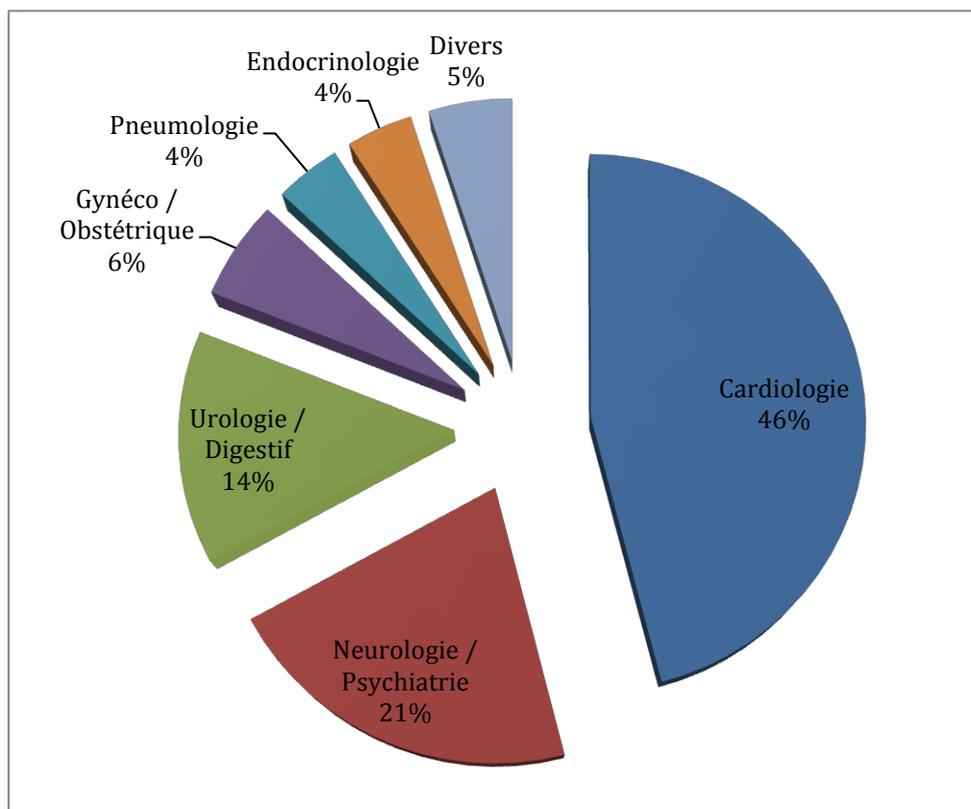


Figure 19. Répartition des causes médicales de déroutements entre 1997 et 2001 (statistiques Air France)

Entre 1998 et 2003, la Compagnie Air France [4] a effectué 152 déroutements médicaux dont 51% en lien avec des problèmes cardiologiques, essentiellement des syndromes coronaires aigus.

Entre 2004 et 2010, 213 déroutements médicaux ont été décidés dont :

- 43% en lien avec la cardiologie,
- 18% la neurologie,
- 11% la gastro-entérologie,
- 9% la pneumologie,
- 9% la gynécologie
- 10% les autres pathologies dont diabète, psychiatrie, etc.

Globalement, *a posteriori*, **40% des déroutements se révèlent injustifiés.**

Dans une étude menée en 2003, DeLaune et al [22] ont montré que lorsqu'un médecin était associé à la décision de dérouter un aéronef, 49% des cas d'urgence ont été admis dans un

hôpital, comparativement à seulement 15% des cas dans lesquels il n'y avait pas d'entrée d'un professionnel de la santé.

Il a été observé que le contact avec une structure de référence au sol avait permis de réduire de 70 % les déroutements [7].

Actuellement, le Samu n'est appelé que dans 3,5% des urgences, et 6 fois sur 10 par l'équipage quand il n'y a pas de médecin à bord. 95% des appels concernent des vols long-courriers [4].

D'autres études se sont intéressées au lien entre déroutement et régulation des incidents.

Une étude prospective [23] a pris en compte tous les appels depuis les aéronefs d'Air France régulés par le SAMU entre 1997 et 2007. Les éléments recueillis ont été le nombre de déroutements conseillés par le médecin du SAMU et réalisés pour raison médicale urgente.

Résultats :

- 1496 appels régulés par le SAMU
- Nombre d'appel multiplié par 5 en 10 ans
- 111 déroutements sur cette période.

Conclusion : Le nombre de déroutements pour raison médicale reste limité et n'est pas lié à l'augmentation du nombre d'appels.

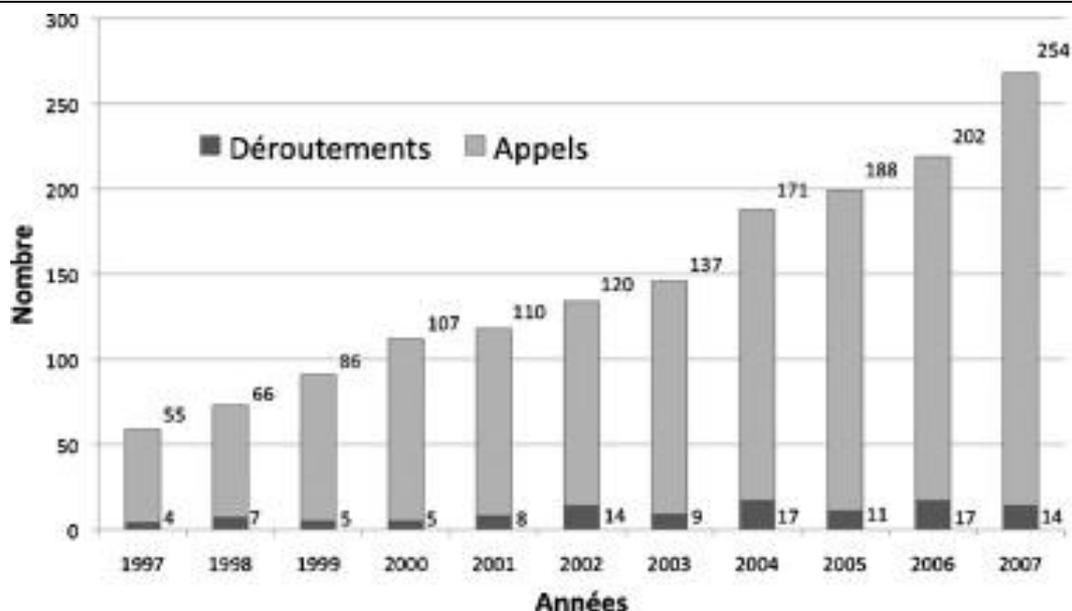


Figure 20. Régulation par le SAMU des appels pour conseil médical à bord des avions d'Air France en vol : analyse prospective sur la période 1997–2007

De même, une étude rétrospective [24] a analysé 1535 dossiers de régulation par le SAMU des appels pour conseil médical à bord des avions en vol de Janvier 2005 à Avril 2011.

Résultats :

- 79% des cas sur les vols long-courrier et 8% sur les vols moyen-courrier.
- Un médecin est présent dans 60% des situations.
- Les déroutements pour douleur thoracique, AVC et ACR ont été proposés dans 25%, 12% et 13% respectivement.
- Les décisions prises ont consisté en :
 - 95 déroutements soit 6%,
 - 208 accueils médicalisés d'urgence à destination normale soit 14%,
 - 496 conseils avec avis médical à destination normale soit 32%,
 - 375 conseils avec utilisation de la trousse médicale soit 24%,
 - 360 simples conseils sans utilisation de la trousse médicale soit 24%.

Conclusion : Le recours à l'avis d'un médecin régulateur du SAMU de Paris depuis l'aéronef, qu'il y ait ou non un médecin à bord, réduit le nombre de déroutements inutiles et permet d'organiser l'accueil médicalisé.

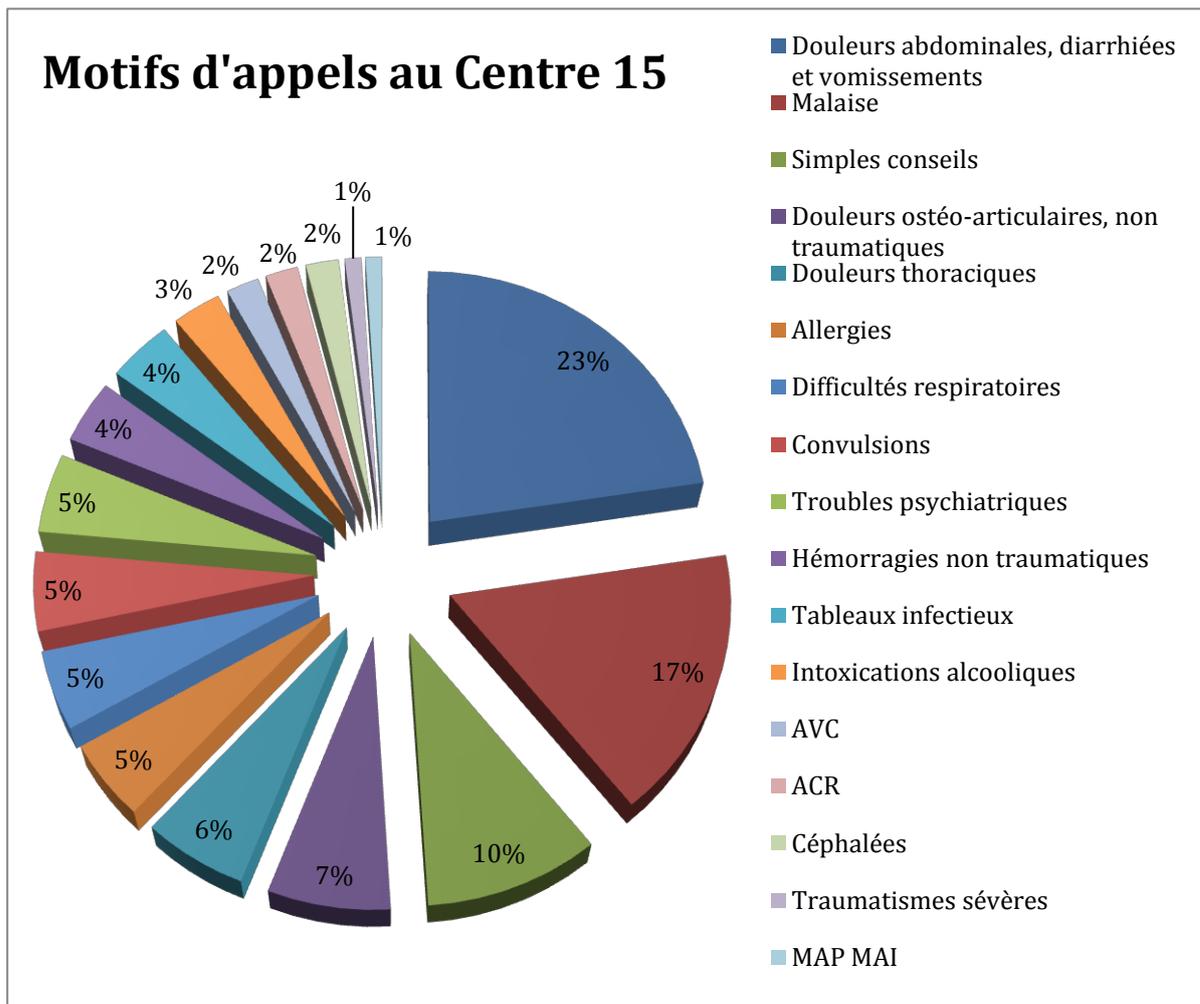


Figure 21. Etude prospective de 1535 dossiers de régulation par le SAMU des appels pour conseil médical à bord des avions en vol de Janvier 2005 à Avril 2011

4.3.1.3. Arrêt cardiaque en vol et utilisation du défibrillateur semi-automatique

De 2002 à 2005, selon Stefanacci [5], des études ont montré que le taux de mortalité a doublé en vol. Ceci est cohérent avec une étude qui a indiqué que le taux des urgences médicales sur des vols commerciaux a presque doublé entre 2000 et 2006, passant de 19 à 35 pour 1 million de passagers. Alors que les problèmes cardiaques représentent la majorité des décès en vol, la syncope vaso-vagale est la plus courante des urgences en vol.

Les données communiquées à l'association du transport aérien international entre 1977 et 1984, ont montré que les décès en vol sont survenus à une incidence de 72 par an, 0,31 par million de passagers, soit 25,1 par million de départ [21-25]. La majorité était des hommes (66%), avec un âge moyen de 54 ans et plus (79%) et n'avaient signalé aucun problème de santé avant le voyage [14]. En 2010, la société MedAire a reçu plus de 19.000 appels en vol

sur les urgences médicales. Parmi ces cas, 94 personnes sont décédées. Dans les cas où MedAire [7] eut des informations sur l'âge des passagers, les 51 ans et plus représentaient 83% des 63 décès en vol en 2006. Ce groupe d'âge représentait aussi 59% des 550 déroutements médicaux en 2006.

Le nombre de vies sauvées par l'utilisation systématique d'un DSA lors des arrêts cardiaques survenant en vol a été estimé à 93 par an [14].

La mise en place d'un DSA chez des patients inconscients, 99 fois en 2 ans à bord des avions de la compagnie *American Airlines* a été rapportée [26-27]. Treize de ces patients ont bénéficié d'une défibrillation. Au terme de leur hospitalisation, 6 ont survécu. 80 personnes ont survécus entre 1997 et 2010 sur les vols de la compagnie *American Airlines* après utilisation du défibrillateur semi-automatique. *Qantas Airways* et *Varig Airlines* ont respectivement rapporté l'utilisation d'un DSA dans 6 et 2 cas et la survie de 2 et 0 patients [28].

En 1992, la compagnie australienne *Qantas* s'est équipée de défibrillateurs semi-automatiques et a formé son personnel à la réanimation cardio-pulmonaire. Le bilan des 65 premiers mois d'expérience relatait 27 arrêts cardiaques survenus en vol dont 7 ont été défibrillés, avec une survie finale de 7 % [10-28] (tableau 6). La défibrillation était rarement requise, l'arrêt cardiaque n'étant pas, le plus souvent, identifié au moment de sa survenue mais diagnostiqué avec retard.

	En vol n (%)	N (%)	Aéroport n (%)
ACR	27		19
Témoins	16 (59)		19 (100)
FV	6 (22)		17 (89)
Défibrillation	5 (17)		17 (89)
Survie 2 ans	2 (7)		4 (21)

ACR : arrêt cardiorespiratoire ; FV : fibrillation ventriculaire.

Tableau 6. Bilan des 65 premiers mois d'utilisation du DSA

Entre 2010 et 2011, selon la compagnie Lufthansa, un DSA a été utilisé dans 6% des incidents survenus en vol. 25 passagers sont décédés sur un total de 124,1 million de passagers [29].

La France est globalement en retard dans l'implantation des DSA. La mise en place au sein de la principale compagnie aéronautique française n'a été effective qu'à partir de 2002. Notons

que le coût supporté par les compagnies aériennes en terme de matériel, de maintenance, de formation initiale et continue du personnel pour la mise en place de DSA dans les avions est particulièrement élevé au regard de la faible probabilité de survenue de l'événement. Il semble que les règles de la concurrence ne soient pas étrangères au développement des DSA dans les avions.

Notons que la présence d'un défibrillateur semi-automatique est obligatoire dans les lieux recevant du public (dont les aéronefs et les aérogares) depuis le 1er janvier 2010, et que « toute personne, même non médecin » est habilitée à les utiliser (article R. 6311-15 du Code de la santé publique).

Une étude prospective [30] concernant les arrêts cardiaques au cours d'un vol sur la compagnie Air France a été réalisée entre novembre 2002 et novembre 2003.

Résultats :

- La moyenne annuelle des arrêts cardiaques à bord est de 17,6 (de 13 à 24).
- Sur 123 cas où les données étaient enregistrées, on retrouvait la répartition suivante :
- 87,5% sur les vols long courrier, 8,9% sur les vols moyen courrier et 3,2% sur les vols court courrier.
- L'âge moyen du sujet est de 58 ans. Il n'est pas connu d'antécédents dans 41,4% des cas, mais des antécédents lourds dans 47,2% des cas.
- Les étiologies retrouvées sont des pathologies cardiologiques (41,4%), cancéreuses (12,3%), des accidents vasculaires cérébraux (4,1%), des insuffisances respiratoires (2,5%). Aucune étiologie n'est retrouvée dans 41% des cas.
- La défibrillation a été engagée dans 34,9% des cas (n=36) avec 7 fois, une survie à long terme. 6 fois elle a été menée par le PNC seul (2 survivants à long terme).

Conclusion : La survie à bord atteint 17,1% alors qu'en France, elle n'est que de 5%.

De novembre 2002 à décembre 2007, ces défibrillateurs ont été utilisés 87 fois. On compte 33 arrêts cardiaques en vol, et 14 fibrillations ventriculaires. Seuls deux sujets ont survécu après hospitalisation, soit 15%.

Le bénéfice de l'intégration de la DSA à la chaîne de survie a été démontré. Ce principe semble devoir s'appliquer de façon encore plus nette dans des circonstances exceptionnelles, en avion par exemple, où une défibrillation précoce et efficace constitue quasiment la seule chance de survie.

En conclusion :

- Selon les études, les malaises ou les troubles gastro-intestinaux seraient la première cause d'incidents survenant à bord d'un avion. Les incidents cardiovasculaires seraient en deuxième position et en augmentation constante. Ils sont fréquents surtout chez les plus de 65 ans et représentent la première cause de déroutement.
- La présence d'un médecin et d'un contact au sol permettrait de réduire les déroutements abusifs qui constituent globalement 40% des déroutements lors d'incidents médicaux.
- En ne tenant pas compte des considérations financières, la présence d'un DSA à bord d'un aéronef apparaît indispensable, puisqu'elle constitue quasiment la seule chance de survie dans ce contexte exceptionnel.

4.3.1.4. Recommandations visant à améliorer les soins aux patients passagers:

Les professeurs de Harvard Mattison et Zeidel [11] ont fait, en 2011, un certain nombre de suggestions à l'échelle de l'industrie pour assurer de meilleurs résultats dans le cas d'une situation d'urgence à bord :

- Un système normalisé afin d'enregistrer toutes les urgences en vol, et la déclaration obligatoire à un organisme tel que le *US National Transportation Safety Board*.
- Suivi débriefing du personnel et des médecins impliqués dans la situation d'urgence.
- Conception d'une trousse médicale d'urgence normalisée, avec tous les composants emballés de façon normalisée de sorte qu'ils soient identiques sur tous les plans et facile à naviguer pour un médecin.
- Améliorer la formation des agents de bord dans la façon d'aider le personnel médical en cas d'urgence.

- L'attribution d'un agent de bord à un patient en détresse.
- Un accès standardisé au sol basé sur le soutien médical pour les équipages (actuellement beaucoup de compagnies aériennes, mais pas toutes, sous-traitent ces services dans le cas où un médecin n'est pas à bord).
- La révision en cours des procédures d'urgence.

4.3.2. Pathologies coronariennes

4.3.2.1. Physiopathologie du risque cardiaque au cours du voyage

Plusieurs facteurs augmentent le risque cardiovasculaire au cours d'un voyage en avion.

On distingue différents facteurs :

- Le stress entraîne une stimulation catécholergique.
Elle est responsable d'une tachycardie, d'une vasoconstriction artérielle et d'une majoration de la pression artérielle systolique. Ceci entraîne une augmentation de la consommation myocardique d'O₂ (inotropisme +) associée à une diminution de la réserve coronaire et d'une déstabilisation de la plaque d'athérome. De plus, elle entraîne une augmentation du travail cardiaque et une hyperexcitabilité auriculaire et ventriculaire.
- Les modifications du régime alimentaire (écart au régime désodé) majorent les risques d'hypertension artérielle et d'insuffisance cardiaque congestive.
- L'environnement, notamment l'altitude, entraînent une hypoxie hypobare.

L'hypoxie même modérée est connue pour avoir plusieurs effets sur la circulation sanguine et activer le système nerveux sympathique en stimulant les chémorecepteurs carotidiens et aortiques. Ceci conduit à une sécrétion de norépinéphrine entraînant une vasodilatation locale au niveau des coronaires, une augmentation du rythme cardiaque, du débit cardiaque et de la contractilité du myocarde, des résistances vasculaires périphériques et de la pression artérielle pulmonaire systolique [35]. La pression artérielle sera augmentée de façon très modérée. Elle n'engendre pas de conséquence sauf en cas d'hypertension artérielle sévère non contrôlée [36]. Ces effets évoluent selon la durée de l'exposition.

Il faut signaler que la plupart des accidents et des décompensations coronariennes se produisent lors de la descente en avion.

En effet, l'hypoxie d'altitude bien que modérée est responsable d'une hypocapnie par hyperventilation et tachypnée. Tant que l'hypoxie persistera, son effet coronaro-dilatateur masquera la vasoconstriction hypocapnique. L'hyperventilation a pour conséquence une tachycardie et une alcalose respiratoire.

En revanche, pendant la phase de descente ou lors de l'atterrissage ou du débarquement, l'hypoxie disparaît, l'hypocapnie exercera seule son effet vasoconstricteur et des accidents sont alors à craindre.

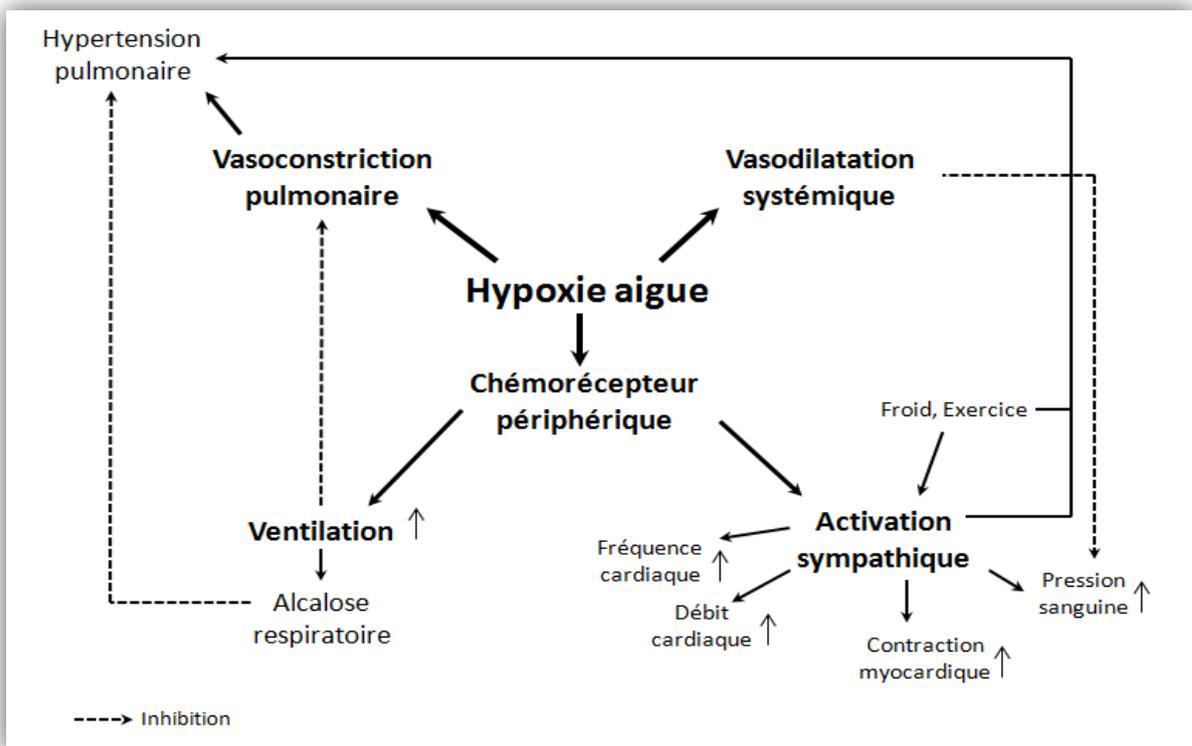


Figure 22. Effets de l'hypoxie sur la circulation sanguine

Ces données physiologiques permettent de mieux comprendre les mesures préventives qu'il convient de respecter chez un patient atteint de maladie coronaire.

4.3.2.2. Y a-t-il une majoration du risque coronarien lors d'un voyage en avion ?

Plusieurs études ont montré que la cause de décès la plus fréquente en vol est l'arrêt cardiorespiratoire par infarctus du myocarde [5-7-14-21].

Ce qui a poussé les chercheurs à s'interroger sur le risque de survenue de cette pathologie dans un contexte d'altitude.

Dans la littérature, la plupart des études qui ont mis en évidence les effets de l'hypoxie ont été réalisées soit sur des animaux, soit sur des êtres humains soumis à un effort physique et à une altitude modérée ou extrême sur de longues périodes de temps. Les effets constatés n'apparaissent que pour une hypoxémie caractérisée par une PaO₂ inférieure ou égale à 40 mmHg [37-38-39].

On peut noter qu'un niveau de PaO₂ de 40 mmHg à 2438 mètres (altitude cabine), correspondrait à un niveau de PaO₂ de 60 mmHg au niveau de la mer, ce qui ne concernerait que les patients atteints d'une maladie pulmonaire sévère.

Il existe peu de données concernant les effets de l'hypoxie normo-capnique sur une courte durée.

Viglio *et al* [40], ont exposé des sujets sans antécédent à une altitude de 2900 mètres (soit légèrement supérieure à l'altitude cabine) et ont analysé les paramètres cardiovasculaires à 1 heure et sur une période de 24 heures. Ils ont constaté une chute significative de la saturation en oxygène ainsi qu'une augmentation significative de la fréquence cardiaque et de la pression sanguine systolique. Aucune corrélation n'a néanmoins pu être mise en évidence entre le degré d'hypoxie et les variations des paramètres cardiovasculaires.

Une telle absence de corrélation a aussi été montrée par Thomson *et al* [41], qui ont étudié les effets de l'hypoxie et de l'hyperoxie. Ils ont notamment exposé des patients à un niveau de saturation en oxygène de 82,6% pendant 1 heure. Une augmentation de la fréquence cardiaque et du débit cardiaque a été constatée, ainsi qu'une chute de l'index de résistance vasculaire systémique.

Des études plus récentes, furent menées afin d'explorer les capacités d'adaptation du patient coronarien à l'hypoxie.

De manière plus explicite, Wyss *et al* [42], ont comparé deux groupes de patients, l'un sans antécédent et l'autre avec des antécédents d'angor et de cardiopathie ischémique documentés par une angiographie, et les ont soumis à des altitudes simulées de 4500 mètres et de 2500 mètres respectivement. Le groupe de patients coronariens était composé de 8 hommes d'âge moyen de 56 ans, le groupe contrôle était constitué de dix hommes jeunes d'âge moyen 23 ans sans facteur de risque.

Les patients ont bénéficié d'un test d'effort, et la réserve de débit coronarien a été mesurée par tomographie à émission de positrons. Ils ont constaté que le débit sanguin myocardique n'est pas affecté au repos. En revanche, à 2500 mètres, Il existait une augmentation significative du débit sanguin et de la pression artérielle systolique. Cependant, il n'y avait pas de réduction

significative de la réserve coronaire. Ils mettent en évidence un épuisement des mécanismes compensatoires mis en jeu pour maintenir le débit sanguin à un niveau suffisant lors de l'exercice en altitude chez les patients coronariens, et ceci de façon significative par rapport à des sujets sains. Les témoins ont un débit conservé à cette altitude. Il augmente à partir de 4500 mètres.

Peu d'études ont évalué de façon objective le risque cardiaque en altitude.

Un patient atteint de maladie coronaire a un seuil ischémique lors d'une épreuve d'effort qui diminue avec l'altitude.

De plus, les effets de l'hypoxie sont associés à un facteur déterminant de façon conjointe, le stress.

Des observations relatent l'histoire de patients opérés d'un pontage ou ayant bénéficié d'une angioplastie et qui ont pratiqué sans problème le trekking à des altitudes modérées (< 3500 m) [35]. Dans un groupe de 1273 patients porteurs de maladies cardiaques diverses (parmi lesquels 141 avaient déjà fait un infarctus), un seul a souffert d'un nouvel infarctus lors d'un séjour entre 1500 et 3000 m [35]. Chez 149 skieurs étudiés par télémétrie entre 2500 et 3400 m (Colorado), l'incidence de variations anormales du segment ST était de 5,6 % chez les sujets de plus de 40 ans [35]. Ainsi, malgré le stress, l'altitude et à l'activité physique intense, l'incidence de signes d'ischémie à l'ECG n'était pas plus importante que chez des hommes asymptomatiques du même âge au niveau de la mer. Le surcoût de travail cardiaque induit par une exposition aiguë à l'altitude peut exacerber une symptomatologie angineuse. Chez neuf patients atteints de maladie coronaire étudiés sur tapis roulant à 1600 m et 3100 m, les signes d'ischémie cliniques ou électriques surviennent pour un même double produit fréquence cardiaque et pression artérielle systolique, mais pour une charge de travail inférieure en altitude. L'effet de l'altitude se fait par l'augmentation du travail cardiaque et non par la baisse de l'apport d'O₂ au myocarde [35].

En conclusion, il est difficile d'apporter une réponse claire à la question initiale.

On peut constater qu'il n'y a pas de variations importantes des paramètres cardiovasculaires au repos lors d'une exposition à une hypoxie normo-capnique, et ce même pour des niveaux de saturations d'oxygène aussi faibles que 80%. Les seules modifications constatées sont limitées à une augmentation modérée, et probablement transitoire, de la fréquence cardiaque et à une baisse de la résistance vasculaire systémique, ce qui conduit à l'augmentation du débit cardiaque et, à un certain degré, du débit sanguin coronaire.

Cependant aucun auteur n'a mis en évidence de signe d'ischémie myocardique en altitude modérée, au repos.

En l'état actuel des connaissances, le risque de survenue d'infarctus du myocarde en vol reste très modéré, même chez le sujet âgé coronarien qui n'a pas d'ischémie critique au niveau de la mer.

4.3.2.3. Quels sont les délais de contre-indications au voyage aérien après un infarctus du myocarde ?

Ce travail a permis de retracer l'évolution des recommandations à travers l'étude d'une série d'articles.

Dans la littérature [43-44-45], de 1988 à 1995, les auteurs proposent :

- de contre-indiquer les voyages en avion durant les 6 semaines suivant un infarctus du myocarde. Certains conseillent même d'attendre 3 mois.

De 1995 à 2000, les recommandations [46] ont été modifiées :

- l'interdiction de vol après un infarctus du myocarde est raccourcie à 4 semaines.
- une épreuve d'effort avant départ peut permettre de déterminer le seuil ischémique.

En 1999, Bettes *et al* [44], du service médical d'*American Airlines* préconisent d'admettre les patients sur un vol commercial selon les modalités suivantes :

- Infarctus du myocarde non compliqué après 3 semaines

- Infarctus du myocarde compliqué après 6 semaines
- Contre-indication pour les angors instables
- Infarctus traité par pontage après 2 semaines.

Par la suite, les recommandations dernièrement publiées semblent suivre les recommandations de l'*Aerospace Medical Association* [47], qui propose en 2003 :

- d'interdire les vols aux patients ayant souffert d'infarctus du myocarde jusqu'à 2 à 3 semaines après l'événement.
- de préconiser également un test d'effort pour une évaluation plus spécifique de chaque patient.

Plus récemment, l'*American College of Cardiology* [48] a suggéré de ramener la durée de l'interdiction au vol après un infarctus à 2 semaines, en l'absence de complication.

L'Organisation Mondiale de la Santé a pour sa part évité de préciser la durée des contre-indications. Elle conseille de tenir compte de l'histoire de la maladie et de la durée du vol.

	ACC/AHA (2004/2007)	AsMA (2003)	CCS (2003)	AHU, CAA (2007)	BCS (2010)
Infarctus sans complication	< 2 semaines après Angor instable / SCA ST- > 2 semaines après SCA ST+	2-3 semaines	6-8 semaines ; ou épreuve d'effort normale & protocole Bruce > 6 unités métaboliques	7-10 jours	3 jours
Infarctus avec complication	2 semaines après stabilisation	6 semaines	Stabiliser les complications en premier (peut être accompagné si un rapatriement est nécessaire)	4-6 semaines	10 jours (risque modéré, pas d'insuffisance cardiaque, FEVG > 40%, pas d'ischémie ou d'arythmie induite) A différer jusqu'à stabilisation (FEVG < 40%, symptômes d'insuffisance cardiaque, en attente d'analyse)
Infarctus avec pontage aorto-coronarien	N/A	2 semaines	N/A	10-14 jours	10 jours (si pas de complications)
Infarctus avec angioplastie coronaire	< 2 semaines si risque faible	N/A	N/A	5 jours après angioplastie avec stent	3 jours (si pas de complications)
Autres contre-indications	Angor, dyspnée, hypoxémie au repos, phobie de l'avion, voyage seul	Angor instable, insuffisance cardiaque, hypertension non-contrôlée, arythmie, syndrome d'Eisenmenger	Protocole Bruce < 6 unités métaboliques	Angor instable, Insuffisance cardiaque décompensée, arythmie cardiaque non-contrôlée, cardiopathie valvulaire sévère	Insuffisance cardiaque aigue : vol après 6 semaines si stabilisé

ACC = American College of Cardiology; AHA = American Heart Association; AsMA = Aerospace Medical Association; CCS = Canadian Cardiovascular Society; AHU = Aviation Health Unit; CAA= UK Civil Aviation Authority; BCS= British Cardiovascular Society; N/A= Non Applicable

Tableau 7. Comparaison des recommandations récentes [49]

Dernièrement, en 2012, l'Autorité de l'Aviation Civile du Royaume-Uni (CAA) conseille d'autoriser un vol après un infarctus du myocarde sans complication après 7 à 10 jours et 4 à 6 semaines en cas de complications. Un test d'effort peut être utile mais n'est cependant pas nécessaire et recommandé.

Les patients ayant bénéficié d'un pontage doivent attendre approximativement 10 à 14 jours pour éviter un barotraumatisme suite à l'introduction d'air au cours de l'intervention.

Après une angioplastie per cutanée, un délai de 5 jours est recommandé [49].

De même, l'*International Air Transport Association* [2] conseille en 2012 d'attendre un délai supérieur ou égal à 10 jours après un infarctus du myocarde non compliqué et 3 jours après une angioplastie.

On constate donc une évolution des pratiques. Cette évolution est aussi corrélée au progrès thérapeutique.

Actuellement, il est admis que l'angor instable et l'infarctus du myocarde datant de moins de 15 jours sont une contre-indication au voyage, si un transport pour rapatriement est nécessaire il devra alors être médicalisé.

En fait ce n'est pas si simple car, si stabilisé et traité, le coronarien peut mener une vie normale et active, il pourra donc voyager sous certaines précautions. Il faut prévenir le patient qu'en cas de recrudescence de l'angine de poitrine il faut consulter un cardiologue sur place sans attendre le retour sur le domicile, se faire hospitaliser et prévoir une coronarographie sur place si besoin.

En conclusion

On peut conclure que voler 2 semaines après un infarctus du myocarde non compliqué semble raisonnable sous réserve d'un traitement initial approprié.

Ainsi, l'*American Medical Association*, l'*American College of Cardiology*, et l'*Aerospace Medical Association* s'accordent sur:

- l'abstention d'un vol durant les 2 à 3 premières semaines après un infarctus sans complication
- 2 à 6 semaines d'attente après la stabilisation initiale d'un infarctus compliqué.
- il n'y a pas de consensus sur un test d'effort pré-vol. Son utilité sera évaluée en fonction des antécédents, des symptômes et de l'examen clinique du patient.

Des recommandations plus récentes proposent de réduire le délai à 7 à 10 jours pour un infarctus sans complication.

4.3.3. Troubles du rythme et voyage aérien

4.3.3.1. *Quels sont les facteurs arythmogènes ?*

Le voyage aérien expose au stress et à l'hypoxie.

De plus la prise de certains médicaments peut être à l'origine de troubles du rythme ou de la conduction.

➤ Le stress

Il existe en cours de vol, notamment au décollage et à l'atterrissage, et peut générer des crises d'anxiété possiblement responsable de troubles du rythme. Toutefois, plusieurs situations stressantes peuvent aussi être rencontrées avant l'embarquement du fait de la bousculade, de la longueur des formalités d'enregistrement, ou lors de la récupération des bagages.

➤ L'hypoxie

La montée en altitude s'accompagne d'une baisse exponentielle de la pression partielle en oxygène. L'hypoxie entraîne une activation des récepteurs bêta-adrénergiques. L'activité bêta-adrénergique est pro-arythmogène et a pour conséquence l'accumulation de calcium intracellulaire. Il en résulte un retard de repolarisation. Elle augmente la vitesse de conduction auriculo-ventriculaire et diminue la période réfractaire, le seuil d'excitabilité et la durée du potentiel d'action [35-50].

4.3.3.2. *Y a-t-il un risque de trouble du rythme lors d'une exposition à une altitude modérée ?*

Kujanick *et al* [51] ont observé, via l'enregistrement d'holter ECG, la survenue d'arythmies chez deux groupes de sujets non acclimatés à 200 et 1350 mètres.

Ces deux groupes étaient constitués de sujets sains, âgés de 49 à 69 ans. Les sujets présents à 200 mètres étaient au nombre de 20, et de 9 à 1350 mètres.

Résultats :

- L'analyse des holters ECG montre des troubles du rythme ventriculaire et supra-ventriculaire deux fois plus fréquents à 1350 mètres qu'à 200 mètres.
- Cependant les altitudes étudiées ne correspondent pas à l'altitude cabine.

Une autre étude réalisée en 1999 par les mêmes auteurs [52] conforte ces résultats. 20 sujets sains de 50 à 64 ans, non acclimatés, ont bénéficié d'une surveillance de la

fréquence cardiaque, de la tension artérielle et d'holter ECG à des altitudes de 898 mètres, 1794 mètres et 2632 mètres lors d'une montée en télécabine.

Résultats :

- Le rythme cardiaque et la tension artérielle sont restés dans les normes.
- Il existe une augmentation des troubles du rythme ventriculaire et supra-ventriculaire, et ce, de manière proportionnelle à l'altitude. Ils sont trois fois plus élevés entre 898 mètres et 1794 mètres et six fois plus élevés entre 898 mètres et 2632 mètres.
- L'oxygénothérapie diminue les ectopies ventriculaires, normalise le segment ST et raccourcit le segment QT.
- Les auteurs expliquent cela par la physiologie du système parasympathique.

Ainsi, les études sur la survenue de trouble du rythme révèlent une augmentation significative des épisodes d'extrasystoles supra-ventriculaires et d'extrasystoles ventriculaires.

La survenue de troubles du rythme semble être proportionnelle à l'altitude.

Dans une étude descriptive réalisée [26] portant sur 200 sujets victimes, en avion, d'une syncope, d'une douleur thoracique ou d'une dyspnée, événements survenus pour la majorité d'entre eux en cours de vol, un électrocardiogramme a pu être enregistré dans 185 cas.

Résultats :

- Dans 145 cas, un rythme sinusal a été recueilli, dont 14 bradycardies et 21 tachycardies.
- Un trouble du rythme a été enregistré dans 40 cas, dont 14 fibrillations ventriculaires, un rythme idio-ventriculaire agonique dans 13 cas, une fibrillation auriculaire dans 8 cas, un rythme jonctionnel dans 3 cas, une tachycardie atriale dans un cas, et une tachycardie supra-ventriculaire dans un autre cas.

Conclusion : Cette étude montre l'éventail des troubles du rythme qui peut être observé.

Plus récemment, une méta-analyse [53] en 2008 montre que les patients ayant présenté une mort subite, dans 88% une arythmie était responsable de la mort subite. Parmi eux, 62% avaient présenté une fibrillation ventriculaire, 17% une bradycardie, 13% des torsades de pointes et dans 8 % des cas une fibrillation auriculaire.

Cependant, aucune étude n'a été trouvée dans la littérature afin d'établir un lien de causalité entre la survenue de trouble du rythme et le décès au cours d'un vol.

4.3.3.3. Quelles précautions conseiller aux patients porteurs d'un pacemaker ou d'un défibrillateur implantable ?

Une source d'ondes électromagnétiques génère des interférences susceptibles de provoquer un dysfonctionnement ou un arrêt des stimulateurs cardiaques ou des défibrillateurs implantables. Il n'existe pas en théorie d'interférences engendrées par l'environnement de l'aéronef ou les portiques de détection des portiques des aéroports [54-55-56].

Cependant il est conseillé aux patients porteurs d'un pacemaker ou d'un défibrillateur implantable de prendre plusieurs précautions :

- Contrôler le pacemaker ou le défibrillateur avant le vol.
- Avoir une carte de porteur d'appareil implanté pour le passage des contrôles de sécurité dans les aéroports.
- Eviter de passer sous le portique et réclamer un examen physique lors des contrôles de sécurité.
- Si l'examen se fait tout de même à l'aide d'un détecteur manuel, le passage du détecteur sur le pacemaker ou le défibrillateur doit être d'une durée brève, si possible une seule fois, ou sinon chaque passage doit se faire en respectant un intervalle de temps d'au moins 30 secondes. Cette dernière précaution concerne surtout les défibrillateurs implantables.

S'il existe effectivement un risque théorique de déclenchement au passage du détecteur manuel, on note qu'à ce jour aucun incident n'a été répertorié.

En conclusion

- Les études révèlent une augmentation des troubles du rythme ventriculaire et supra-ventriculaire et ce, de manière proportionnelle à l'altitude sous l'effet de l'hypoxie et du stress.
- Cependant, l'altitude ne semble pas provoquer de trouble du rythme majeur chez un sujet en bonne santé, et aucune étude de causalité entre trouble du rythme et survenue de décès au cours d'un vol n'a été retrouvée.
- On conseillera aux patients porteurs d'un pacemaker ou d'un défibrillateur de faire un contrôle auprès de leur cardiologue avant un vol et de prendre des précautions au passage des contrôles de sécurité. A ce jour, aucun incident n'a toutefois été répertorié.

4.3.4. Insuffisance cardiaque et aptitude au vol

Chez les patients ayant une insuffisance cardiaque décompensée ou un stade NYHA IV, un vol en avion est contre-indiqué [2].

La question se pose pour les patients ayant une insuffisance cardiaque stable et modérée.

Peu d'études se sont intéressées à cette question.

Dans l'étude ICE [57] datant de 2005, 72 volontaires, d'âge moyen 54 ans, avec une insuffisance de type NYHA II ont été exposés à un vol simulé de 7 heures, et comparés à un groupe de patients sains, d'âge moyen 43 ans. La saturation moyenne en oxygène était de 94% au niveau de la mer chez les patients ayant une insuffisance cardiaque et de 96% chez les sujets sains. La saturation moyenne en oxygène à l'altitude cabine (2438 mètres) était quant à elle de 91% et de 93% chez les sujets sains. Il n'y eut aucun symptôme de dyspnée ou de variation de pression sanguin dans les deux groupes.

L'effet de l'hypoxie à l'effort a aussi été investiguée. Agostini *et al* [58], ont montré que des patients avec une insuffisance stable et sévère NYHA III et IV, ont été capables de réaliser un exercice cardio-pulmonaire sans s'arrêter, même en étant soumis à une hypoxie équivalente à une altitude de 3000 mètres.

Dans une étude plus récente, réalisée en 2010, Ingle *et al* [59], ont questionné 1293 patients atteints d'insuffisance cardiaque chronique stable et traitée. 464 patients ont répondu, parmi eux 54% ont voyagé par avion depuis la survenue de leur insuffisance cardiaque. 65% de ces patients n'ont pas eu de problème de santé subséquent. 35% des patients ont rapporté des symptômes, principalement à l'arrivée, au contrôle de sécurité, et à bord de l'avion. Parmi les 89 patients ayant signalé des problèmes de santé, 9% se sont plaints de dyspnée, vertiges, céphalées et de douleur thoracique. Parmi ces patients 3 ont eu recours à une oxygénothérapie embarquée. 25% ont eu des symptômes à l'arrivée de type asthénie, dyspnée, palpitation ou angor.

Ainsi, des problèmes de santé liés à l'insuffisance cardiaque n'ont été rapportés que chez une minorité de patients ayant voyagé par avion. Les auteurs concluent que le transport aérien est sûr chez les patients atteints d'insuffisance cardiaque chronique stable et traitée.

En conclusion

- Les études suggèrent que, pour les patients ayant une insuffisance cardiaque stable, y compris les patients stade NYHA III et IV, l'hypoxie au repos ne produit pas d'effet délétère significatif sur une courte durée (jusqu'à 1 heure).
- Des périodes jusqu'à 7 heures sont tolérées par ceux ayant une insuffisance cardiaque stable de stade NYHA I ou II.

4.3.5. Quels moyens de prévention : Identifier les patients à risque

La consultation avant un voyage est fréquente et le deviendra de plus en plus.

En effet, les nouvelles dispositions réglementaires régissant la sécurité à bord d'un avion, obligent tous les voyageurs à se munir des ordonnances correspondantes aux médicaments emportés dans la cabine.

En 2006, la population des plus de 65 ans représente plus de 13% des voyageurs [13].

On considère qu'actuellement les plus de 65 ans devrait atteindre 29,2 % et 18,1 % pour la part de la population des plus de 70 ans [60].

Selon le Bulletin épidémiologique hebdomadaire de 2009, des complications durant un voyage surviennent dans 15 à 64 % des cas, quels que soient l'âge et la destination Les deux

grandes causes de mortalité chez le voyageur sont les accidents et agressions, d'une part, et les complications cardiovasculaires, d'autre part [61].

Il existe actuellement peu d'enseignement au cours des études médicales concernant la médecine du voyage en dehors de la chimio-prophylaxie anti-paludéenne.

La demande du patient a pour but le plus souvent la constitution d'une trousse de premier secours et les vaccinations. Cette consultation permet au médecin généraliste d'évaluer le risque cardiaque de son patient et de l'adresser si nécessaire au cardiologue ou de contacter le service médical de la compagnie concernée. Les recommandations des sites de médecine des voyages conseillent de consulter un médecin avant un départ en voyage.

Dépister à temps les causes d'une future hospitalisation surtout si celle-ci doit avoir lieu à l'étranger s'impose pour tout médecin consulté avant un départ en voyage.

Chez les patients porteurs d'une affection cardiaque, la réalisation d'une épreuve d'effort, d'une exploration fonctionnelle respiratoire avec étude des gaz du sang, permet d'évaluer le seuil ischémique d'un patient atteint de maladie coronaire et de prédire la tolérance à l'hypoxie d'altitude que l'on observe lors d'un voyage sur moyen-long courrier.

4.3.5.1. Comment évaluer le patient coronarien ?

Il faut tenir compte du contexte étiologique (facteurs de risque contrôlés ou pas, état inflammatoire, lésion stable ou instable, présentation coronarographique focale ou diffuse, qualité de la revascularisation, complète ou incomplète, idéale ou imparfaite).

Etat des lésions :

- A moins de un mois : cicatrisation du geste, possible resténose sur lésion instable
- Entre 1 et 6 mois : possible resténose sur lésion stabilisée
- Au delà de 6 mois : évolutivité de la maladie athéromateuse

L'évaluation des risques du patient se fait sur les données cliniques, échographiques, test effort, scintigraphie, scanner coronaire, coronarographie [16].

Quels sont les examens para-cliniques à réaliser :

➤ *ECG*

Un électrocardiogramme réalisé avant un voyage aérien, n'a aucune valeur prédictive du risque encouru en cas de normalité [35-128].

➤ *Tests d'efforts*

- Le test de marche

Le test le plus simple consiste à être capable de parcourir 50 m sans arrêt à un pas normal (ou monter 1 étage), sans ressentir de dyspnée invalidante. Ce test est positif si le patient est symptomatique. En cas de positivité, il doit être complété d'une épreuve d'effort.

Aucune donnée n'a été rapportée concernant le test de marche sur 6 minutes dans cette indication.

- L'épreuve d'effort

Une épreuve d'effort positive constitue une contre-indication au voyage aérien [1]. Chez les patients revascularisés (angioplastie avec mise en place d'un stent, pontage aorto-coronarien), l'épreuve d'effort est également conseillée avant le voyage, afin de dépister une ischémie résiduelle [48].

« Y a-t-il un intérêt à réaliser un test d'effort avant un vol ? »

Plusieurs études physiologiques semblent montrer que l'altitude modérée n'engendre pas de risque de récurrence d'infarctus du myocarde [35-42].

Cependant ces travaux ne reproduisent pas les conditions atmosphériques de la cabine d'un avion. En effet, l'hypoxie même modérée est associée à une déshydratation et au stress inhabituel auquel sont soumis les passagers.

Le parcours pré-vol peut quasiment être considéré comme un test d'effort.

Les sociétés savantes ne sont pas unanimes sur l'indication d'un test d'effort pré-vol et la littérature est loin d'être explicite sur ce point.

Ainsi, pour l'American College of Cardiology précise qu'un test d'effort ne paraît pas utile avant un vol [48].

En 2003, La Canadian Cardiovascular Society (CCS) préconise un test d'effort avant d'autoriser un vol chez un patient coronarien [49].

De même l'Aerospace Medical Association (AsMA) souligne qu'un test d'effort permet une meilleure évaluation du risque ischémique chez les patients coronariens [47].

En 2012, l'Autorité de l'Aviation Civile du Royaume-Uni (CAA) suggère qu'un test d'effort peut être utile mais n'est cependant pas nécessaire et recommandé [49].

On ne peut recommander la réalisation d'un test d'effort de façon systématique chez un patient coronarien. Seul le jugement clinique du praticien peut conduire en cas de doute à proposer un test d'effort.

4.3.5.2. Evaluer la nécessité d'une oxygénothérapie en vol

L'*Aerospace Medical Association* (AsMA) en mai 2008 recommande la réalisation d'un test d'hypoxie au sol avant un vol afin de dépister un risque de décompensation chez les patients coronariens ou insuffisants cardiaques, et prévoir par la compagnie une supplémentation en oxygène pendant le vol [62].

L'importance des variations de PaO₂, saturation et de pression artérielle pulmonaire systolique lors de l'exposition à l'hypoxie, ne sont pas identiques d'un sujet à l'autre. Une approche de cette réactivité peut être évaluée par des tests d'hypoxie en laboratoire mais ne sont pas toujours un reflet exact de l'adaptabilité d'un individu en situation réelle.

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

4.3.5.2.1. Quels sont les moyens d'évaluer la nécessité d'une prescription oxygène ?

- *Evaluation au cabinet médical :*
 - *Oxymètre de pouls :*

La mesure de la SpO₂ est simple et largement utilisée.

Lorsque la saturation en oxygène au repos se situe à 92% ou moins (PaO₂ < ou = à 67 mm Hg) ou si la PaO₂ se situe à moins de 50-55 mmHg en vol, une oxygénothérapie doit être prescrite. Les patients normocapniques avec une PaO₂ inférieure à 70 mmHg nécessitent une supplémentation en oxygène au cours du vol [1].

– *Test de marche*

Si le patient peut marcher 50 mètres ou monter un étage sans être dyspnéique, un vol sans oxygène sera bien toléré.

▪ *Evaluation au laboratoire d'explorations fonctionnelles :*

– *Test en hypoxie*

Il constitue actuellement le seul test réaliste reproduisant les conditions du vol aérien.

Ce test est aussi efficace que le test en chambre hypobare qui est le « Gold standard » [62].

Le principe est de faire inhaler au patient un mélange gazeux appauvri en O₂ correspondant à une altitude pression de 8000 pieds (altitude pression cabine) pendant 20 minutes.

Quelle que soit la technique utilisée, la surveillance associe la mesure de la SpO₂, de la fréquence cardiaque, le recueil des symptômes, le monitoring ECG 12 dérivation, 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 PaO₂ est supérieure à 55 mmHg, il n'est pas nécessaire de proposer une supplémentation en oxygène au cours du vol.
- Si la PaO₂ est entre 50 et 55 mmHg, le test n'est pas contributif. On peut obtenir des mesures lors d'un effort.
- Si la PaO₂ est inférieure à 50 mmHg, 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.

– *Test d'hypoxie normobare :*

La technique la plus facile à mettre en œuvre consiste à faire inhaler un mélange gazeux appauvri en O₂, avec la PIO₂ correspondant à l'altitude-cabine du vol (le plus souvent 2438 m), ce qui revient en pratique à inhaler un mélange à 15,1% d'O₂.

Le protocole consiste à mettre en place des lunettes nasales reliées à une source d'oxygène pendant les cinq premières minutes en air ambiant puis un masque de Venturi de 40% sur le visage du patient en s'assurant de sa bonne étanchéité. Le masque est relié à une bouteille d'azote avec un débitmètre réglé à 10 litres par minute, qui permet d'obtenir une FiO₂ d'environ 15,1%. Ce test dure vingt minutes.

– *Test d'hypoxie hypobare :*

Une procédure plus proche de la réalité du voyage aérien consiste à exposer le patient à la pression barométrique correspondant à l'altitude-cabine du vol (565 mm Hg pour 2438 m) en caisson hypobare.

On distingue en pratique 3 phases : une ascension de 16 min à une vitesse de 9 km/h, une phase de plateau à 2438 m d'au moins 20 min, puis une descente à 18 km/h pendant 8 min. Les mesures sont réalisées en air conditionné à 25°C, avec une concentration stable d'O₂ et de CO₂. La surveillance est identique aux procédures précédentes pendant la durée du test.

En pratique, l'accès restreint et son coût limitent l'intérêt de cette approche. De plus, l'observation montre qu'il n'apparaît pas de différences physiologiques notables entre le test d'hypoxie normobare et hypobare.

Recommandations actuelles :

Les recommandations de l'*American Thoracic Society* et de la *British Thoracic Society* préconisent la prescription d'une oxygénothérapie pour les sujets dont les résultats du test sont : $\text{PaO}_2 < 50 \text{ mmHg}$ (6,7 kPa), ou $\text{SpO}_2 < 85\%$ [63-64-65].

La *British Thoracic Society* recommande:

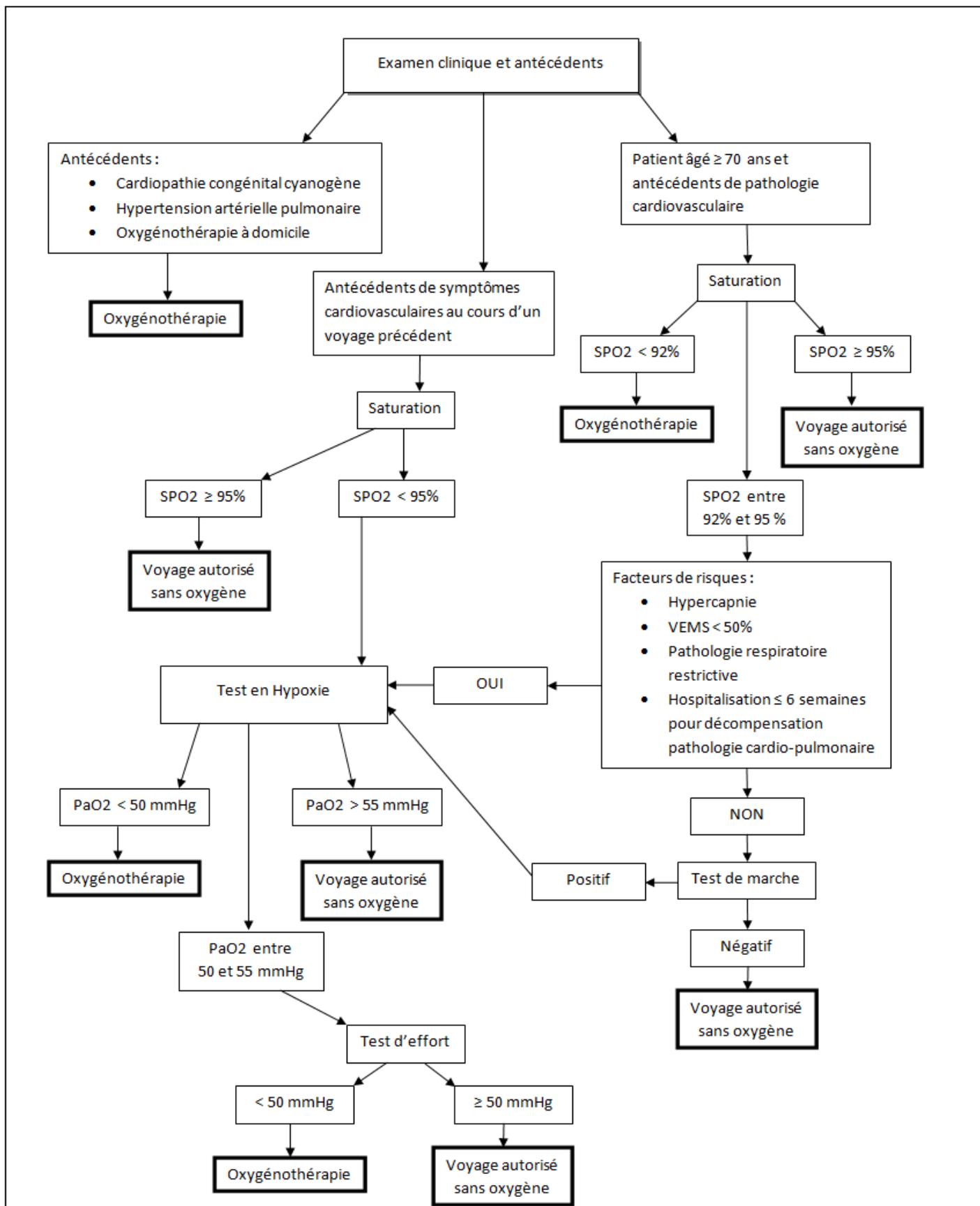
- Un test en hypoxie systématique chez les patients ayant une $\text{SpO}_2 < 92\%$
- Entre 92 et 95%, un test est recommandé dans les cas suivants : hypercapnie, $\text{VEMS} < 50\%$, maladie respiratoire restrictive, maladie cardiaque ou cérébro-vasculaire, dans les 6 semaines après une hospitalisation pour une maladie cardiaque chronique, ou une exacerbation d'une pathologie respiratoire chronique.

Selon L'*Aerospace Medical Association* en 2003 [47], l'indication d'une oxygénothérapie pour les patients ayant une pathologie cardiaque sont :

- Insuffisance cardiaque stade NYHA III et IV
- Une $\text{PaO}_2 < 55 \text{ mm Hg}$
- Cardiopathie congénitale cyanogène
- Hypertension artérielle pulmonaire
- Autre cardiopathie associée à une hypoxémie

Selon la Société de Pneumologie en 2007 [63] :

- Pour un patient ayant présenté des symptômes d'origine cardio-vasculaire ou respiratoire au cours d'un voyage précédent, il est recommandé de pratiquer une évaluation avec une mesure de la SpO_2 . Si SpO_2 est $> 95\%$ le voyage est autorisé sans oxygène. Si elle est $< 95\%$ un test en hypoxie est recommandé.
- Pour un patient âgé de plus de 70 ans souffrant d'une maladie respiratoire ou cardiovasculaire, une mesure de la SpO_2 est recommandée. Si elle est $< 92\%$, la réalisation d'un test en hypoxie est recommandée.
- L'évaluation doit être réalisée idéalement dans les 4 mois précédant le voyage lorsque le patient est en état stable. Si le voyage est planifié dans les 2 mois suivant un épisode aigu, l'évaluation du risque doit être effectuée aussi près que possible du départ planifié.



Arbre décisionnel concernant la prescription d'oxygénothérapie chez le patient cardiaque

[63-64-65-70-71]

4.3.5.3. Rôle du médecin de la compagnie aérienne :

L'avis du service médical de la compagnie aérienne peut au moindre doute être facilement sollicité. Chaque grande compagnie possède un service médical qui sera seul décisionnaire.

Un accord médical préalable doit être demandé auprès du service médical de la compagnie aérienne :

- Si le voyage doit s'effectuer sur civière ou incubateur ;
- En cas de maladie ou d'intervention chirurgicale récente ;
- Si l'état de santé du voyageur est susceptible de nécessiter une assistance médicale inhabituelle pendant le vol ;
- Si le passager transporte des seringues pleines (pour un usage à bord) ou des médicaments liquides. Même si les seringues sont vides pendant le vol, se munir du certificat pour le passage des filtres de sécurité à l'aéroport ;
- Si le passager a besoin d'oxygène thérapeutique pendant le vol, pour un débit supérieur à 2 L/min.

Pour obtenir cet accord médical, le médecin traitant doit compléter une fiche de renseignements médicaux. Le formulaire INCAD (*INCapacited passengers handling ADvice*), également appelé MEDIF (*MEDical Information for Fitness to travel*) (cf annexes), doit être envoyé au service médical de la compagnie qui donnera ou non l'accord médical. Ce document est confidentiel. Si le patient prend régulièrement l'avion, il pourra obtenir la carte FREMEC (*FREquent traveller MEDical Card*). Valable 5 ans, elle permet aux médecins de la compagnie aérienne de consulter le dossier médical.

Si l'affection est invalidante, le patient peut bénéficier d'un transfert en fauteuil.

Le patient sera alors « étiqueté » :

- WCHR (*Wheeling Chair Ramp*) : déplacements dans l'aéroport.
- WCHS (*Wheeling Chair Step*) : ne pas monter les escaliers.
- WCHC (*Wheeling Chair Cabin Set*) : doit être porté à son siège et le plus souvent être accompagné.

Si pour des raisons médicales, le patient doit voyager en position semi-couchée, il a la possibilité de pouvoir bénéficier, sur ordonnance médicale, d'une « promotion » en classe business ou première classe.

Si les patients ont besoin d'une assistance médicale durant le voyage, ils peuvent être accompagnés d'une personne soignante ou d'un médecin, selon la gravité de la maladie.

Prescription d'une oxygénothérapie [63]

- L'oxygénothérapie devra être continue lors du vol.
- Il n'est possible de proposer que des débits de 2L/min ou 4L/min à l'heure actuelle.
- L'oxygène est distribué exclusivement par des bouteilles agréées « aviation civile » et fournies par la compagnie.
- L'oxygène doit être réservé au moins 48h avant le départ.
- Une fiche de renseignement médical avec l'accord du médecin de la compagnie ou un certificat médical attestant de l'aptitude à voyager est nécessaire.
- Le patient ne peut voyager seul, un accompagnateur doit être présent.
- L'oxygénothérapie en vol entraînera un surcoût qui n'est pas pris en charge par la sécurité sociale.
- Sauf dérogation, il ne peut pas y avoir plus de 2 passagers sous oxygène dans un avion.

En conclusion

En pratique de ville, outre l'interrogatoire, l'examen clinique, le médecin peut réaliser une oxymétrie de pouls ou un test de marche. Si la saturation est inférieure à 95% ou le test de marche positif, le patient doit être adressé à un spécialiste ou au service médical de la compagnie.

En l'absence de contre-indication, le médecin généraliste conseillera à son patient :

- De conserver au cours du voyage un résumé de son dossier médical ainsi que le dernier ECG de référence
- Apporter une quantité suffisante de traitement pour la durée du voyage et de garder en cabine des médicaments accompagnés d'une ordonnance avec la DCI des médicaments
- Une prescription de trinitrine pour les patients coronariens et la prescription de diurétique chez les patients insuffisants cardiaques.

Résumé des contre-indications : recommandations de l'IATA concernant l'aptitude au vol 2012 [1] et recommandations *British Cardiovascular Society* [64]

	Opération resp. pathologie	Délai d'attente minimal avant le vol	Remarques
Cardiologie	Hypertension artérielle > 200 /120 mmHg	PAS DE VOL	
	Cardiopathie, anomalie septale, valvule artificielle	En général apte au vol	
	Cardiopathie ischémique		
	CCS I (pas de problèmes)	Pas de restrictions	
	CCS II (problèmes à l'effort intense)	En général apte au vol	
	CCS III (problèmes à l'effort intense)	Aptitude restreinte	O2 supplémentaire
	CCS IV (problèmes à l'effort léger)	Inapte au vol sauf en cas exceptionnel (avec un accompagnement médical)	O2 supplémentaire
	Angor instable	PAS DE VOL	
	Après pose d'un stent (élective ou en urgence)	14 jours	
	Infarctus du myocarde sans complications	2 semaines	
	Avec complications	2 à 10 semaines	
	Insuffisance cardiaque		
	NYHA I (pas de problèmes)	Pas de restrictions	
	NYHA II (problèmes à l'effort intense)	En général apte au vol	
	NYHA III (problèmes à l'effort léger)	Aptitude restreinte	O2 supplémentaire
	NYHA IV (problèmes à l'effort léger)	Inapte au vol sauf en cas exceptionnel (avec un accompagnement médical)	O2 supplémentaire
	décompensée	PAS DE VOL	
	Cardiopathie congénitale cyanogène		
	NYHA I et II	Aptitude restreinte	O2 supplémentaire
	NYHA III et IV	Aptitude restreinte Assistance à l'aéroport	O2 supplémentaire
	Rythmologie		
	DI ou stimulateur cardiaque	Pas de restrictions	Contrôle du fonctionnement recommandé
	Pose DI ou Pacemaker	2 jours	Sauf en cas de pneumothorax 2 semaines après

			résolution
	Bradycardie (avec syncopes), bloc AV III	PAS DE VOL	
	Arythmie supraventriculaire (SVT, WPW)	Aptitude restreinte	Médicaments anti-arythmiques à portée de main
	Extrasystole ventriculaire < Lown IIIb	En général apte au vol	
	Extrasystole ventriculaire > Lown IIIb, arythmies malignes	PAS DE VOL	

	Opération resp. pathologie	Délai d'attente minimal avant le vol	Remarques
Angiologie	Thrombose		
	Thrombose aiguë des veines profondes des jambes	PAS DE VOL	
	Thrombose des veines des jambes après début du traitement anticoagulant	2 semaines	
	Embolie pulmonaire après anticoagulation	5 jours	Si PaO2 normale
	AOMI		
	Stade I (pas de problèmes)	Pas de restrictions	
	Stade IIa (déplacement sans douleurs < 200m)	En général apte au vol	
	Stade IIb (déplacement sans douleurs < 200m)	Aptitude restreinte	
	Stade III (douleurs au repos)	PAS DE VOL	
	Stade IV (gangrène, nécrose)	Inapte au vol sauf en cas exceptionnel (avec un accompagnement médical)	

New York Heart Association (NYHA) : grade des insuffisances cardiaques

Canadian Cardiovascular Society (CCS) : grade des cardiopathies ischémiques

4.3.6. Pathologies thromboemboliques

4.3.6.1. Données épidémiologiques

La suspicion d'un lien entre le voyage aérien et le risque de maladie veineuse thromboembolique fut évoquée pour la première fois en 1954 par Homans qui relatait deux cas de phlébite survenus au décours d'un voyage en avion [72].

Depuis cette époque, de nombreux cas ont été rapportés et en particulier fin 2000, celui d'une jeune anglaise de 27 ans décédée quelques minutes après son arrivée à Londres des suites d'une embolie pulmonaire après un vol de longue durée (en provenance de Sydney) (cas rapporté par Perry K dans « *The Guardian* » du 23 octobre 2000 sous le titre « *Blood clot kills woman after flight* »). Le décès de cette jeune femme avait ému les médias qui avaient ainsi relayé l'information au grand public et attiré l'attention sur le risque potentiel de maladie veineuse thromboembolique liée au transport aérien.

C'est dans ce contexte que l'OMS a été l'instigateur, par le biais du programme de recherche WRIGHT (*World Health Organisation Research Into Global Hazards of Travel*), en mars 2001, d'une série d'études épidémiologiques, physiopathologiques et cliniques, afin de parvenir à un consensus quant à l'estimation du risque de maladie veineuse thromboembolique (phase I du projet) et aussi quant aux différents moyens de prévention à mettre en œuvre (phase II du projet, en attente de financement). L'incidence exacte de maladie veineuse thromboembolique du voyageur est inconnue, mais toutes les études, aussi partielles qu'elles soient, s'accordent pour admettre qu'elle est faible [73].

Plusieurs études d'incidence ont été menées en 2001 et 2002 [73] : celles-ci rapportaient des taux d'incidence allant de 0 à 10,34 % de thrombose veineuse profonde après un voyage aérien. L'étude WRIGHT de l'OMS estime le risque de thrombose veineuse profonde à 1 pour 6000 voyageurs sains après un vol de plus de 4 heures. Il s'agit d'un problème majeur car près de 20% des morts subites en vol seraient dues à une embolie pulmonaire.

L'incidence de la maladie thromboembolique du voyageur est difficile à cerner et probablement sous estimée car la plupart des accidents surviennent au décours du voyage.

WRIGHT project – Phase 1

Il s'agit de la compilation de plusieurs études menées par l'OMS pour évaluer l'incidence du transport aérien sur les TVP [73].

Résultats :

- Le risque de TVP double après un vol long-courrier (>4h) et continue à augmenter avec le temps de vol ou la multiplicité de vols sur une courte période.

- Le risque de déclarer des TVP augmente aussi largement chez les populations à risque suivantes : les obèses, les personnes de grandes ou petites tailles, les utilisateurs de contraceptifs oraux ou ceux présentant des anomalies de l'hémostase.
- Le risque de déclarer un TVP chez un sujet qui n'est pas à risque suite à un vol de plus de 4 heures est de 1 sur 6000 (0.017%).
- Les études faites en chambre de décompression n'ont permis de montrer aucune corrélation entre hypoxie et TVP chez des sujets qui n'étaient pas à risque. Le facteur de risque principal reste l'immobilité, quelque soit le type de transport.
- Une étude suggère cependant que des facteurs spécifiques aux vols en avion peuvent entraîner un TVP plus facilement chez les personnes déjà à risque. D'autres études seront nécessaires pour déterminer plus clairement ces facteurs.

Il est donc utile d'informer les voyageurs sur les risques thrombo-emboliques propres aux trajets en avion. La phase 2 du projet WRIGHT visera à déterminer les recommandations à donner et à évaluer leur efficacité. Celle-ci n'est pour l'instant pas financée.

4.3.6.2. Physiopathologie

Les arguments physiopathologiques en faveur d'une relation entre les accidents thromboemboliques et les voyages en avion se trouvent en premier lieu dans les éléments de la triade de Virchow.

En 1856, Virchow [72-74] a établi que la thrombose veineuse profonde se développait en rapport avec trois phénomènes : des lésions endothéliales, une stase veineuse et des modifications sanguines.

- La présence de lésions endothéliales favorise l'apparition de thrombus. La compression prolongée des cuisses sur le bord d'un siège serait à l'origine de telles lésions.
- La stase veineuse est favorisée par la position assise prolongée. En position assise, les valvules veineuses sont immobiles, flottent librement dans le flux sanguin et demeurent perméables. Les muscles des mollets sont au repos, ce qui contribue à ralentir le flux sanguin et la vidange. La combinaison de l'absence d'activité et l'inertie des valvules en position assise contribue à majorer la stase veineuse.
- Après une heure en position assise, l'hématocrite augmente de 30 % et la protidémie de 40 %, entraînant hémococoncentration et augmentation de viscosité propices au développement d'un thrombus. La déshydratation provoquée par la faible hygrométrie

dans la cabine (10 % environ), l'insuffisance d'ingestion d'eau et l'effet diurétique de l'alcool dont la consommation est fréquente au cours des vols de longue durée, contribueraient à majorer ces effets. Une augmentation de l'activation plaquettaire et une augmentation anormale de la coagulation ont aussi été rapportées [75].

Finalement, le risque semble essentiellement lié à la position assise prolongée. Il n'est donc pas l'apanage des voyages en avion. Tous les modes de transport, voire toutes les situations à l'origine d'une position assise prolongée sont concernés.

4.3.6.3. Syndrome de la classe économique ou immobilité ?

En 1977, Symington, et en 1988, Cruickshank J.M. et Collaborateurs [76], dans le Lancet, soulignaient le danger des voyages aériens pour la survenue d'épisode thromboembolique d'origine veineuse, et instauraient le terme de « syndrome de la classe économique ».

La littérature médicale a depuis contredit cette théorie et on sait aujourd'hui que la pathologie thromboembolique touche aussi les passagers de la première classe. Il s'agit simplement d'un problème de répartition selon les classes. En effet, les passagers étant plus nombreux en classe économique, il existe plus de cas dans ce groupe de passagers [77].

L'étude des Aéroports de Paris [78] confirme ce démenti concernant les voyages en avion.

Entre 1984 et 1998, le service médical a pu recenser 70 cas d'embolie pulmonaire :

- 91% concernaient les passagers de seconde classe qui représentaient 95% des passagers de l'étude.
- 9% étaient des passagers de première classe qui représentaient 5% des passagers de l'étude.
- 61% des EP sont survenues à l'arrivée, au lever du siège.
- 90,5% concernaient des passagers ayant peu ou pas bougé au cours du vol.
- 92% des EP étaient survenus sur un vol de plus de 6 heures.

De même, une étude menée en 2006 [79] dans un service de pneumologie sur 2 ans en Espagne, a étudié 100 patients admis pour une embolie pulmonaire.

Résultats :

- 9 étaient consécutifs à un long voyage (>5h) dont 4 en bus, 2 en voiture et 3 en avion.
- Tous les sujets étaient des femmes âgées en moyenne de 67.8 ans.

Conclusion : Le risque d'embolie pulmonaire concerne tous les moyens de transport.

L'enquête *Sirius*, Samama [80] rapportait les résultats d'une étude cas-témoins portant sur 494 patients atteints d'une phlébite confirmée et 494 témoins appariés sur le sexe et l'âge. Bien que seule la durée du trajet ait été prise en compte sans que son mode ne soit précisé, les auteurs retrouvaient, pour une durée de transport supérieure à six heures, un odd-ratio à 2,14 (IC95% [1,37-3,36]).

Le mécanisme initiateur de risques semble être la « stagnation du sang » causée par une immobilité en position assise, associée à des paramètres comme la rétention de fluides dans les jambes, la réduction d'oxygène, une hémococoncentration liée à une déshydratation et l'activation de la coagulation.

De même, le siège peut être aussi un facteur d'immobilité : les passagers assis côté hublot ont plus de difficultés à se lever, surtout pendant les vols de nuit.

Ainsi, aucune étude n'a pu, à ce jour, confirmer ou infirmer le risque lié au voyage en « classe économique ». Le nom « syndrome de la classe économique » n'est donc pas approprié et concerne aussi bien les autres classes que les autres moyens de transport.

Le terme de « syndrome thromboembolique lié à la station assise prolongée » serait par conséquent plus approprié que le celui du syndrome de la classe économique.

4.3.6.4. Démonstration de la relation entre accidents thromboemboliques et voyages en avion

Trois études ont évalué l'incidence des EP symptomatiques après voyage en avion. Ces études ont été réalisées dans des centres médicaux référents de 3 aéroports (Paris Charles-de-Gaulle, Madrid Barajas et Sydney).

Afin d'analyser la relation entre la durée du voyage et la survenue d'une embolie pulmonaire, une étude de Lapostolle *et al* [81] a repris sur une période de 7 ans les cas de 170 passagers arrivés à l'aéroport Charles-de-Gaulle et transportés par le SAMU pour suspicion clinique d'EP. Il s'agissait de démontrer que ce n'était pas l'accroissement de la période d'observation (de la durée du vol) qui augmentait, fortuitement, le nombre d'incidents survenant pendant le voyage.

Plus de 135 millions de passagers provenant de plus de 100 pays différents ont constitué le groupe témoin.

Résultats :

- Le diagnostic d'EP était confirmé chez 56 d'entre eux (33%).
- L'incidence des embolies pulmonaires était de 0,4 cas par million de passagers.
- Elle atteignait 7,7 cas par million pour les vols de plus de 10 000 km.

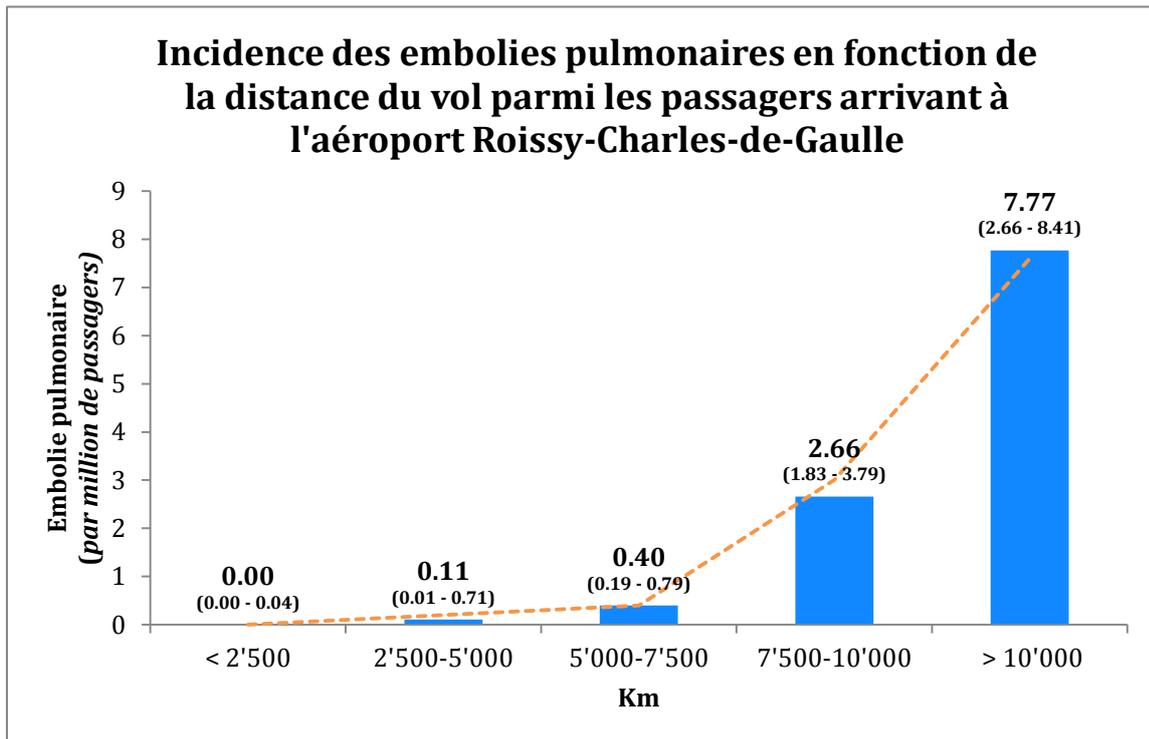


Figure 23. Incidence des embolies pulmonaires en fonction de la distance parcourue

Conclusion : La cassure dans la courbe pour des voyages de 5000 à 7500 km démontre que ce n'est pas l'augmentation de la période d'observation qui explique l'augmentation des embolies pulmonaires lors des voyages les plus longs.

Des résultats comparables ont été retrouvés à l'aéroport de Madrid [82] où l'incidence de l'EP était de 0.25 cas par million de passagers pour un vol de 6 à 8h et augmentait à 1.65 par million de passagers si le vol durait plus de 8h.

Enfin, à l'aéroport de Sydney, sur un collectif global de passagers plus petit, l'incidence de l'EP était de 2.57 par million de passagers [83]. Les vols vers Sydney étant pour la plupart des long-courriers.

Il convient de souligner que ce résultat sous-estime l'incidence des événements. Seuls les patients ayant présenté une embolie pulmonaire grave ont été inclus; ceux victimes d'un arrêt cardiaque ne l'ont pas été, alors que l'embolie pulmonaire est une cause fréquente d'arrêt cardiaque au décours d'un voyage en avion. Les patients avec une thrombose veineuse profonde ou une embolie pulmonaire non grave n'ont pas été inclus, ils ont quitté l'aéroport sans consulter le service médical. Or, il est établi que l'embolie pulmonaire peut survenir jusqu'à plusieurs semaines après le voyage.

Une étude a également rapporté la présence échographique d'une thrombose veineuse profonde asymptomatique chez 10% des 231 personnes ayant effectué un vol de 8 heures (avec un examen normal au départ) [84].

4.3.6.5. Quels sont les facteurs de risque identifiés ?

Dans l'étude LONFLIT I [85], 355 sujets à bas risque de TVP et 389 sujets à haut risque ont été étudiés.

- Tous voyageaient en classe économique.
- La durée moyenne du vol était de 12,4 heures (de 10 à 15 heures).
- Le diagnostic de TVP reposait sur l'échographie Doppler, réalisée dans les 24 heures après le vol.

Résultats :

- Chez les sujets à bas risque, aucun événement n'a été signalé.
- Dans le groupe à haut risque, 11 ont eu une TVP (2,8%) avec au total 13 thromboses chez 11 sujets et 6 thromboses superficielles. Soit au total, 19 accidents thrombotiques chez 389 patients soit 4,9%.

Benz et ses collaborateurs [86] furent les premiers en 2000 à étudier les effets de l'hypoxie sur une possible augmentation de la cascade de la coagulation [87]. L'étude expérimentale consistait à exposer des volontaires sains à une pression atmosphérique similaire à celle

trouvée à 5500 mètres d'altitude. Bien que l'étude ne comparait pas les sujets à des témoins, les résultats mettaient en avant une importante augmentation des concentrations de prothrombine (taux multipliés par 2,5 ; IC95% [1,7-3,2]) et du complexe thrombine-antithrombine multiplié par 8,2 (IC95% [4,2-12,3]) dès les deux premières heures d'exposition.

Une étude [88] menée en janvier 2003 a testé 12 personnes (9 hommes, 3 femmes) en bonne santé dans des conditions de vols long-courriers, assis 10h en légère hypoxie (oxygène à 2400m). Des prises de sang ont été effectuées avant, juste après, et un jour après l'expérience au niveau des bras et jambes.

Résultats :

- Aucun changement de l'activité fibrinolytique, ni aucune preuve de coagulation ou d'hémoconcentration.
- Aucune thrombose veineuse n'a été développée par les participants (confirmé par échographie doppler).

Conclusion : Aucun lien entre hypoxie et thrombose veineuse n'a été retrouvé.

Des études précédentes avaient montré une augmentation de la viscosité sanguine et de l'acide lactique, dans les jambes uniquement, après 2 h assis sur des chaises standards. Les sièges d'avion semblent donc plus ergonomiques.

D'autres études ont montré qu'une légère hypoxie (équivalente à une altitude de 2400 m) n'est pas activatrice du système hémostatique ; un stress émotionnel peut par contre l'activer [89-90].

Plusieurs auteurs ont observé que les femmes étaient particulièrement concernées par le risque d'accident thromboembolique. Ce chiffre est de l'ordre de 70 % dans la plupart des études [91]. Il atteint 90 % dans une étude japonaise [92].

Un tel risque lié au sexe n'est pas observé dans la population générale des patients présentant une embolie pulmonaire. Si certains auteurs ont invoqué des explications hormonales, d'autres ont proposé des explications physiques ou comportementales. Les femmes étant de plus petite taille, elles seraient plus exposées à la compression des membres inférieurs sur le bord de leur siège. Cela favoriserait la stase sanguine et les lésions vasculaires et ainsi la

survenue d'une thrombose veineuse profonde [92]. Par ailleurs, les femmes oseraient moins que les hommes déranger leur voisin ce qui favoriserait leur immobilité pendant le voyage.

S'il est admis que le risque dépend de la durée du voyage, aucun autre facteur de risque spécifique n'a été identifié.

En conclusion

Aucun facteur de risque spécifique de survenue d'accident thromboembolique lié aux voyages en avion n'a été identifié à ce jour. Le rôle de la classe du voyage est incertain. Le rôle de l'hypoxie et de l'hypobarie n'est pas connu. Le rôle des anomalies de l'hémostase n'est pas connu. Les études réalisées suggèrent que le rôle de ces facteurs est mineur et bien moindre que le risque lié au voyage lui-même. Or, la connaissance de ces facteurs de risque est déterminante dans le choix de l'élaboration d'une stratégie prophylactique.

4.3.6.6. Quelle prophylaxie lors des voyages en avion?

La relation entre le voyage en avion et la survenue de thrombose veineuse et d'une embolie pulmonaire étant démontrée, la question principale est celle de la prévention. Cette question est très débattue.

En l'absence d'identification de facteurs de risque spécifiques, il convient de s'en remettre à ce qui est connu pour le risque d'embolie pulmonaire dans la population générale et de considérer que le risque augmente avec la durée du vol.

Plusieurs études ont été menées afin d'évaluer les mesures préventives mises en œuvre.

Dans l'étude LONFLIT II [93], 833 sujets ont été étudiés, randomisés en 422 sujets contrôles et 411 sujets équipés de chaussettes de contention. La durée moyenne du vol était de 12,4 heures. Des échographies ont été réalisées avant et après le vol.

Résultats :

- 4,5% de TVP dans le groupe contrôle,
- 0,24% dans le groupe avec contention.

Conclusion : La différence est significative ; l'incidence de TVP chez les sujets avec contention est pratiquement 20 fois plus faible que dans le groupe sans contention.

Une autre étude conforte ce résultat. Jh Scurr [84], en 2001, étudie 200 passagers sans antécédent sur un vol longue durée de plus de 8 heures. Parmi eux, 100 passagers avaient une contention élastique (compression de 20 mmHg) et tous les passagers ont subi une échographie doppler avant et après le vol avec un dosage des d-dimères.

Résultats :

- 10% des passagers ne portant pas de contention ont développé une thrombose ; tous étaient asymptomatiques.
- 4 patients ont dû recevoir du HBPM sous-cutanée,
- 8 ont reçu de l'aspirine avec nouveau contrôle échographique.
- Aucun passager ayant une contention n'a développé de thrombose profonde mais 4 ont développé une thrombose superficielle sur veines variqueuses ; ces patients ont été traités par AINS.

Conclusion : Cette étude montre que les thromboses profondes asymptomatiques sont relativement communes chez les passagers, dans la majorité des cas elles évoluent favorablement sans aucun signe clinique. Le port de bas de contention prévient la formation d'une thrombose veineuse.

Ces résultats sont confirmés par l'étude LONFILT IV [94] réalisée en deux parties portant respectivement sur 195 sujets et 165 sujets ayant des risques faibles à modérés de TVP.

Dans la première partie, ils ont comparé 2 groupes : un groupe de 97 patients portant des bas de contention et un groupe de contrôle de 98 patients n'ayant pas de prophylaxie, pour des vols de 7 à 8 heures.

Dans la seconde partie, ils ont, de la même façon, comparé 83 patients portant des bas de contention avec un groupe de contrôle de 82 patients, cette fois-ci pour des vols de 11 à 12 heures.

A chaque fois, ils ont étudié la présence de TVP confirmée par écho doppler et la présence d'œdème en mesurant la circonférence du talon et le volume des membres inférieurs.

Résultats :

- Aucun patient n'a présenté de TVP.

- Dès les vols de 7-8 heures, 83% des patients du groupe de contrôle ont présenté une augmentation du volume du talon, et une sensation d'inconfort associée.
- Dans les groupes de patients portant des bas de contention, aucun œdème ou gonflement n'a été constaté.

Dans la littérature, seule l'étude LONFILT III [95] a étudié la corrélation entre aspirine et TVP liées au transport aérien.

300 personnes à haut risque de TVP ont été randomisées en 3 groupes. 1 groupe contrôle, 1 groupe ayant été traité avec 400 mg d'aspirine un comprimé par jour pendant 3 jours en débutant 12h avant le décollage, 1 groupe traité par HBPM une seule dose injectée 2 à 4 h avant le vol, la dose étant de 100 UI par 10 kg de poids.

Résultats :

- Sur les 300 patients, 249 ont été inclus (17% ont été exclus en raison d'une faible compliance ou d'effets secondaires)
 - Groupe contrôle : sur 82 patients, 4,8% ont présenté une TVP avec 2 cas de thromboses superficielles en l'absence de prophylaxie.
 - Groupe aspirine : sur 84 patients, un épisode de TVP a été retrouvé dans 3,6 % des cas avec la prise d'aspirine et 2 thromboses superficielles.
 - Groupe HBPM : sur 82 patients, aucune TVP et 1 thrombose veineuse superficielle a été documentée lors d'une prophylaxie par HBPM (1000 UI par 10 kg).
- 85% des passagers ayant une thrombose superficielle occupaient des places hublots ou centrales. 13 % ont eu des effets indésirables modérés sous aspirine.

Cette étude montre que le HBPM est supérieur à l'aspirine en ce qui concerne la prévention des TVP, et que l'aspirine réduit de 25% les risques de TVP par rapport à aucun traitement. Cependant une analyse approfondie de cette étude montre que sa puissance statistique est insuffisante, autrement dit ce résultat pourrait simplement être expliqué par les variations des différents échantillons (ici les voyageurs) [96].

Cette incertitude est aussi reflétée par les conseils contradictoires venant de différents corps médicaux (SIGN, *British Committee for Standards in Haematology*, *American College of Chest Physicians* 2004, *Scottish Executive Health Department...*).

En résumé, ni l'efficacité de l'aspirine ni celle du HBPM n'est aujourd'hui clairement prouvée. Cependant, chez les sujets à risque, la prise de HBPM peut être recommandée, étant donné son efficacité apparemment supérieure, jusqu'à ce que d'autres preuves soient disponibles.

Un consensus international en 2008 a été proposé [97], et des recommandations récentes de 2012 sur la maladie thromboembolique traitent spécifiquement du risque lié au voyage aérien [98].

En premier lieu, il faut évaluer le niveau de risque des voyageurs :

Niveau de risque des voyageurs	
Niveau 1 Risque faible	Passagers sans risque personnel supplémentaire Chaque voyage prolongé est associé à une risque légèrement accru mais indéterminé
Niveau 2 Risque moyen	Les facteurs suivants peuvent augmenter le risque individuel d'accident thromboembolique. La présence de deux facteurs ou plus augmente le risque de façon supra-additive : <ul style="list-style-type: none">- Grossesse ou post-partum- Age > 50 ans- Antécédent d'accident thromboembolique avec facteur déclenchant- Antécédent familial de maladie thromboembolique- Varices des membres inférieurs et/ou insuffisance veineuse chronique- Contraception orale ou traitement hormonal substitutif- Obésité (IMC > 30)
Niveau 3 Risque élevé	La présence de ces critères est associée à un risque particulièrement élevé : <ul style="list-style-type: none">- Thrombophilie documentée- Néoplasie ou autre pathologie sévère évolutive- Immobilisation (plâtre...)- Chirurgie majeure récente

Selon Consensus VASA 2008 [97]

Le risque augmente après 4 heures de vol. Il serait plus élevé dans la première semaine suivant le vol mais persisterait pendant 2 mois [37].

La prévention repose sur trois types de mesures qui n'ont pas toutes été solidement validées :

- *Mesures comportementales :*

- Bonne hydratation, 1 litre d'eau pour 6 heures de vol,
- Abstinance de consommation de sédatif, d'alcool et de tabac,

- Port de vêtements ne gênant pas la circulation sanguine (chaussettes et pantalon en particulier),
- Mouvements réguliers des membres inférieurs et déambulation régulière dans l'avion toutes les 3 heures. réaliser régulièrement des mouvements de rotation et de dorsiflexion des deux pieds en évitant de croiser les jambes, faire des mouvements inspiratoires et expiratoires forcés.
- Se lever toutes les 2 ou 3 heures pour faire quelques pas dans le couloir.
- Eviter de plier ou croiser les membres inférieurs.
- Le bénéfice réel de ces mesures n'a pas été démontré. Cependant, ces mesures, non dispendieuses et ne présentant aucun risque, sont largement recommandées [96].

- *Mesures physiques :*

- Port de chaussettes de contention. Il s'agit de la seule méthode prophylactique dont l'intérêt soit réellement établi [72-91]. Cette méthode de prévention étant d'un coût limité et sans risque, elle est largement recommandée.
- Ne pas garder ses chaussures pendant le vol mettre plutôt des surchaussettes.

- *Mesures pharmacologiques :*

- L'intérêt d'un traitement prophylactique par héparine de bas poids moléculaire (HBPM) semble insuffisamment démontré pour en recommander un usage autrement qu'au cas par cas. L'étude de la balance bénéfique/risque prend ici tout son sens. Les dernières recommandations sont extrêmement restrictives [98].
- Crème phlébotonique : permet le massage des mollets et de relancer la circulation veineuse.
- Les antiagrégants comme aspirine n'ont pas prouvé d'efficacité.

Selon les dernières recommandations de CHEST 2012 [98] :

- Pour tout voyage en avion > 6 heures : éviter les vêtements trop serrés, boire de l'eau abondamment, bouger les jambes (Grade 1C).
- S'il existe des facteurs de risque : conseiller des chaussettes de contention (15 à 30 mmHg de pression à la cheville) (Grade 2B) ou une injection d'HBPM à dose préventive avant chaque vol (Grade 2B).

- Il ne faut pas prescrire de l'aspirine à titre préventif : il existe une recommandation de grade 1B contre cet usage.

Stratégie de prophylaxie en fonction de la distance du vol et du risque personnel				
Stratégie de prophylaxie		Voyage		
		< 5000 km	5000 - 7500 km	> 7500 km
Patient	Risque faible	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 2
	Risque modéré	Niveau 2	Niveau 2 Discuter Niveau 3	Niveau 2 Discuter Niveau 3
	Risque élevé	Niveau 2	Niveau 2 Discuter Niveau 3	Niveau 2 Discuter Niveau 3

Synthèse :

Etape 1 : identifier les passagers à risque

Risque faible

- Pas d'antécédent de TVP
- Pas de chirurgie récente (> 6 semaines)
- Aucun autre facteur de risque connu

Risque modéré

- Age > 50 ans
- Obésité IMC supérieur à 30 kg/m²
- Taille >1,90 et <1,60 mètres
- Prise de contraceptifs oestro-progestatifs, grossesse, post-partum < 2 semaines
- Insuffisance veineuse sévère
- Insuffisance cardiaque avec FEVG entre 20 et 40%
- Chirurgie récente ayant durée plus de 30 minutes il y a 4 à 8 semaines

Risque élevé

- Antécédents de TVP ou embolie pulmonaire sans facteur déclenchant
- Chirurgie récente < 6 semaines à risque majeur thromboembolique ou immobilisation par plâtre
- Thrombophilie connue, notamment déficit en facteur V de leyden

- Pathologie cardiaque emboligène, insuffisance cardiaque avec FEVG < 20%
- Cancer < 2 ans

Etape 2 : conseils en fonction de la durée du vol

Vol de moins de 4 heures :

- Absence de risque : Aucune prévention systématique ne doit être proposée pour des vols aériens inférieurs à 4 heures en dehors de l'éventuel port de chaussettes de compression médicale élastique qui est toujours recommandé pour éviter les œdèmes.
- En cas de risque modéré ou élevé: mesures comportementales et bas de contention

Pour des vols aériens supérieurs à 4 heures et inférieurs à 8 heures (8 heures selon les recommandations de l'American College of Chest Physicians) :

- Chez des patients n'ayant aucun facteur de risque, il est recommandé de (grade 1C): mesures comportementales et porter des chaussettes de compression médicale élastique de 15 à 20 mmHg,
- En cas de risque modéré : mesures comportementales et physiques.
- En cas de risque élevé : Chez les patients ayant des antécédents de TVP récente ou récidivante, de thrombophilie familiale connue et documentée, une maladie post-thrombotique évoluée, une diminution de la mobilité (gonarthrose, coxarthrose, maladie neurologique invalidante) ou un cancer évolutif, on conseillera les mêmes règles d'hygiène de vie que décrites précédemment en association à des :
 - mesures comportementales,
 - une compression médicale élastique par chaussettes de 20 à 30 mmHg.
 - une prescription d'HBPM ou de fondaparinux à dose préventive. L'injection sous-cutanée sera réalisée 1 à 2 heures avant le départ et renouvelée 1 à 2 heures avant le retour (grade 2C),
 - l'aspirine, selon les experts de la coagulation, n'a aucune action préventive sur le système veineux (grade 1B).

En cas de vol supérieur à 8 heures

- En l'absence de facteur de risque : mesures comportementales et bas de contention.
- Risque modéré : mesures comportementales et physiques, discuter les HBPM.
- En cas de risque élevé : mesures comportementales, physiques et pharmacologiques.

Chez les patients ayant eu une TVP récente

Les voyages aériens ne seront autorisés qu'après 10 jours d'anticoagulation par HBPM ou AVK à doses efficaces avec 2 INR consécutifs situés entre 2 et 3 [99].

Chez les patients ayant présenté un épisode thromboembolique semi-récent, et toujours sous AVK

Il est recommandé de faire un contrôle de l'INR la semaine précédant le vol aérien et de prescrire des chaussettes de compression médicale élastique de 20 à 30 mmHg [99].

		Durée de vol		
		< 4 heures	4 - 8 heures	> 8 heures
Passager	Sans antécédent		Hydratation, mobilisation	Bas de contention (à titre de confort), hydratation, mobilisation +++
	Risque modéré	Hydratation, mobilisation	Bas de contention, hydratation, mobilisation +++	Bas de contention, hydratation, mobilisation +++ HBPM à discuter
	Risque élevé	Hydratation, mobilisation +++	Bas de contention, hydratation, mobilisation +++ HBPM	Bas de contention, hydratation, mobilisation +++ HBPM

Table décisionnelle des mesures prophylactiques à proposer en fonction du risque de maladie thromboembolique estimé [103]

4.3.6.7. Thrombophlébite, embolie pulmonaire, et plus si affinités ...

Depuis les années 2000, la pathologie thromboembolique du voyageur s'est enrichie d'une nouvelle entité : l'accident vasculaire cérébral du transport [106-107-108] :

- Eckmann [107], dans une série de 338 patients victimes d'un accident vasculaire cérébral aigu, note que 42 d'entre eux, soit 12,4 %, avaient fait un voyage récent : les patients concernés sont plus jeunes de 10 ans que les malades « non voyageurs », et la présence d'un foramen ovale perméable était noté chez 44,8 % dans le groupe voyageurs contre 18,8% dans le groupe témoin. En outre les patients du groupe des voyageurs avaient moins de facteurs de risque d'accident vasculaire cérébral que les autres.
- Kakkos [108] dans une revue récente de la littérature notait que chez ce type de patients, une maladie veineuse thromboembolique était prouvée dans 58 % des cas mais que 11 patients sur 12 avaient un foramen ovale perméable. La survenue de l'accident vasculaire cérébral serait plus fréquente au moment de l'atterrissage.

La thèse selon laquelle il existe une relation probable entre un voyage prolongé et un AVC sur embolie paradoxale chez des patients avec un FOP a été récemment renforcée dans un article [106] datant de 2003 décrivant quatre patients ayant développé un AVC simultanément à une embolie pulmonaire pendant, ou après, un vol prolongé. Ces quatre patients présentaient un FOP ; et le risque d'un AVC en présence d'une embolie pulmonaire et d'un FOP a été estimé à environ 18%.

Si cette association est probablement rare, il semble prudent de recommander certaines mesures contre les thromboses veineuses profondes lors de voyages prolongés.

En conclusion :

Il paraît définitivement établi que le risque de maladie veineuse thromboembolique à l'occasion de voyage prolongé soit une réalité. Toutefois le transport aérien n'a plus le monopole de la responsabilité dans la genèse de cette pathologie, et il semble que les facteurs de risque individuels soient de loin les éléments les plus importants.

4.3.7. Evacuation sanitaire d'un patient ayant une pathologie cardiovasculaire

Le rapatriement sanitaire est parfois nécessaire au décours d'un événement cardiaque survenu lors du séjour. Dans la majorité des cas, les patients sont rapatriés dans les huit à dix jours et sont toujours médicalisés.

La maladie coronaire est au premier rang des hospitalisations des européens à l'étranger [109] et représente la deuxième cause de décès et de rapatriement sanitaire des français à l'étranger.

Les évacuations sanitaires sont appelées *Evasan* ou dans le cas de l'armée *Rapasan* quand le degré d'urgence est moindre. Les unités employées pour l'évacuation sont appelées des *Medivac* dans l'armée.

Il existe trois classes d'*Evasan* :

- Evasan primaire: transport depuis le lieu de survenue de l'accident / de la maladie vers une structure d'accueil. Degré d'urgence élevé.
- Evasan secondaire: transfert d'une structure d'accueil isolée vers une structure de technicité supérieure. Degré d'urgence élevé ou modéré.
- Evasan tertiaire: transfert entre deux structures de technicité équivalente. Degré d'urgence faible.

Ceux-ci sont assurés par des sociétés d'assistance qui prennent le maximum de précautions pour limiter les risques lors du rapatriement, même si le pourcentage d'événements cardiaques en cours d'évacuation est faible [110].

Sur 8 000 patients ayant justifié en 2006 d'un transport médicalisé, 30 à 40 % relèvent de la traumatologie (moyenne d'âge 30 ans), 20 % d'une pathologie cardio-vasculaire (45-50 ans), 15 % d'accidents vasculaires cérébraux (plus de 70 ans), 8 à 10 % de pneumopathies aiguës, 6 à 8 % de cas psychiatriques et 8 à 10 % de pathologies diverses (digestive, infectieuse, obstétricale ou néonatale).

De tous les patients rapatriés sanitaires pendant 20 années d'exercice [60], la majorité avait été hospitalisée dans les 24 à 72 heures après un ou plusieurs vols.

Leur rapatriement était la conséquence d'une pathologie non diagnostiquée ou insuffisamment traitée et susceptible de se compliquer à la suite d'une exposition aux contraintes aéronautiques et à celles d'un voyage en général. Si on regarde de manière plus précise l'activité d'une des plus importantes sociétés d'assistance françaises, on observe que

sur ses 35 366 dossiers annuels ouverts en 2011, 4,28% ont fait l'objet d'un rapatriement médicalisé et les plus de 70 ans ont représenté 32,3 % soit le tiers des voyageurs rapatriés.

Les indications d'un rapatriement sanitaire sont souvent liées à l'impossibilité de mise en œuvre, dans bon nombre de pays, d'une prise en charge sanitaire adaptée. Dans les autres cas, la durée prévisible de l'hospitalisation en dehors de sa région ou de son pays d'origine impose, du fait des clauses du contrat avec la société d'assistance, le rapatriement vers une structure de soins adaptée proche de la résidence principale. Cependant deux problèmes se posent, un avion « ambulance » présente les mêmes conditions atmosphériques qu'un vol commercial, d'autre part, le coût de ce type de transport incite à réfléchir sur ses indications.

Quelles sont les contre-indications ?

Les contre-indications médicales formelles à un rapatriement sanitaire aérien par avion de ligne commerciale ou par avion sanitaire sont peu nombreuses. En dehors des pathologies non stabilisées susceptibles de décompensation en vol mettant en jeu le pronostic vital comme les hémorragies actives, les états de choc persistant sous traitement adapté, les fractures du rachis instables, les accidents vasculaires cérébraux hémorragiques en phase évolutive, les menaces d'accouchement dystocique, qui contre-indiquent tout rapatriement avant stabilisation, il n'y a le plus souvent que des contre-indications relatives surtout lorsque le rapatriement est réalisé pour insuffisance du plateau technique médical local [16].

Quelles en sont les modalités ?

Une fois la décision de transfert prise, se pose le choix du moyen de transport. Pour les transferts de moins de 500 km la voie terrestre est privilégiée quand elle est praticable, au-delà, le transfert est aéroporté. L'avion de ligne commerciale est utilisé si l'état du patient ne met pas en péril la sécurité du vol et si la compagnie peut fournir les aménagements nécessaires : civière, oxygène thérapeutique aéronautique, source d'énergie électrique [16]. Dans la plupart des cas, le transport d'un patient de réanimation est tout à fait envisageable par avion de ligne, à condition de disposer du matériel médical adapté et de l'équipe de médecins et infirmiers urgentistes ou réanimateurs habilités à de tels transports.

Si l'état du patient est si grave qu'il ne supporte pas le transport en avion de ligne ou en charter malgré toutes les dispositions énumérées plus haut, il subsiste la possibilité d'avoir

recours à l'avion ambulance. Ce dernier présente de multiples avantages et est indépendant des plans de vol et des voies aériennes des compagnies d'aviation. Il est équipé d'appareils respiratoires, de dispositifs de surveillance invasifs et non invasifs, d'un défibrillateur, de stimulateurs cardiaques externes, de pompes d'injection, d'oxygène en grandes quantités que l'on peut dispenser dans des flux allant jusqu'à 10 litres/minute. Il permet, en cas d'indication spéciale, d'effectuer des vols sous conditions normales de pression de gaz au sol («*sea level flight*»).

Quelles sont les complications au cours d'un rapatriement ?

Le médecin régulateur met en balance les risques inhérents au rapatriement sanitaire médicalisé et les risques de survenue de complications sur place en l'absence de retour rapide. Selon les sources, la survenue d'évènements indésirables pendant le transport varie entre 5% et 12% des rapatriements, et les erreurs humaines seraient à l'origine de trois quarts des incidents [111].

Bien entendu, il faut tenir compte de la durée du trajet, on ne peut pas comparer un trajet en France métropolitaine à un trajet transcontinental.

Les risques de problèmes chez les patients coronariens sont [16] :

- faibles chez un patient mono-tronculaire,
- élevés dans le cas de lésion instable, complexe, d'angioplastie imparfaite, non-stenté ou multi-stenté.

Patient à bas risque de complication cardiaque	Patient à haut risque de complication cardiaque
Facteurs de risques contrôlés	Facteurs de risques évolués non stabilisés âge extrême
Pas de stigmate d'inflammation	Inflammation présente CRP et fibrinogène élevé
Maladie stable	Angor ancien ou instable
Coronographie et lésion focale mono-tronculaire	Lésions pluri-tronculaires BNP élevé = dysfonction VG
Revascularisation complète par geste simple	Angioplastie sur lésions complexes
Malade contrôlé annuellement ECG d'effort démaquillé	ECG d'effort limite ou douteux, maquillé
Traitement complet	Traitement incomplet

Congrès Cardiologie VITTEL 2000

La majorité des données sur le transport médical aérien des patients cardiaques vient des vols hélicoptérés réalisés en urgence sur de courte durée. Une méta-analyse en 2003 [112] basée sur l'analyse de 5 articles montre qu'il existe peu de risque de complications au cours d'un vol sanitaire. Il n'y a pas de décès constaté et absence de morbidité significative. Les complications les plus fréquentes rencontrées sont des hypotensions sévères, des troubles du rythme (salves de tachycardies ventriculaires non soutenus, flutter, bloc auriculo-ventriculaire du troisième degré), généralement résolutive après un traitement adapté par l'équipe médicale à bord.

Ces résultats sont confirmés par une étude [113] menée en 2004 et 2005 sur 213 patients rapatriés suite à un infarctus. Le délai du rapatriement était entre 6 et 38 jours, avec 145 rapatriements dans un délai inférieur à 14 jours. L'étude compare les complications chez les patients transportés dans un délai inférieur à 14 jours et ceux au delà de 14 jours.

Il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes et aucune complication sérieuse n'a été déplorée. De même, aucune hypotension ou arythmie n'a été constatée durant le transport.

A quel moment peut-on transporter en avion un patient ayant récemment décompensé une maladie coronarienne ?

	Quand	Oxygène	Accompagnement	Moyens de transport
Patient traité Dilatation/stent Fraction éjection conservée	J+2 du traitement	Non Obligatoire	Médecin	Avion de ligne Assis
Patient non traité Sur ses coronaires FE conservée	J+5 de la dernière douleur	Obligatoire	Médecin	Avion de ligne Assis ou civière
Patient traité Dilatation/stent et Fonction VG instable	Dès que stabilisé	Obligatoire	Médecin	Avion de ligne Civière
Patient impossible à traiter sur place +/- OAP	Le plus tôt possible	Obligatoire	Médecin et infirmière	Avion Sanitaire

Congrès Assistance LA CLUZAZ Janvier 2006 [16]

A quel moment transporter un patient présentant une décompensation cardiaque ?

Il faut que le patient soit bien stabilisé par le traitement et puisse supporter une désaturation de 10 % et un effort lié au stress, à la fatigue avec une augmentation du travail cardiaque d'au moins 20 %.

On attend en moyenne 8 jours pour un rapatriement [16].

En conclusion

Le rapatriement sanitaire présente de nombreux bénéfices.

Le choix du mode de transport et du délai sera lié à la pathologie et aux complications ainsi qu'à la distance à parcourir.

Malgré les nombreux avantages du rapatriement sanitaire aérien, transporter un patient cardiaque comporte des risques, sans compter les coûts de rapatriement. Ceci incite à améliorer la prévention et le dépistage de pathologies chroniques avant un voyage en avion.

Selon les études, il existe peu de complications lors du transport.

De plus ces risques sont dans la majorité des cas contrôlables et le bénéfice de la prise en charge médicale dans les suites justifie l'intérêt de ce mode de transport.

4.4. Discussion

4.4.1. Les bases de données

Nous avons choisi d'effectuer une recherche sur plusieurs bases de données permettant ainsi un élargissement de la recherche.

Plusieurs recherches ont été effectuées en fonction des questions posées sur les différents sous-chapitres de l'étude.

Cependant plusieurs articles, bien que référencés sur les bases de données, n'apparaissent pas dans nos résultats initiaux alors qu'ils correspondaient bien aux critères de l'équation de recherche. Ceci illustre certaines failles dans les moteurs de recherche des bases de données, et les limites d'exhaustivité des revues de littérature en général.

Même si la consultation de plusieurs bases de données diminue largement le risque de manquer un article clé, l'étape de recherche « manuelle », à partir des bibliographies des publications retenues reste indispensable.

La qualité de notre travail a pu se trouver affectée par certains biais :

- Biais de sélection :
 - des erreurs ont pu intervenir dans le choix des articles, malgré l'utilisation d'une grille de lecture standardisée. Il est possible que la revue de la littérature soit incomplète en dépit des précautions que nous avons prises. C'est notamment le cas pour les articles pertinents pour notre sujet mais dont la langue de publication ne nous est pas accessible.
 - les travaux de « la littérature grise » et les sites des sociétés savantes ont été consultés. Cependant l'accès à ces sources d'informations étant difficile, peu d'informations ont été retenues pour ce travail, ce qui peut constituer un biais.
- Biais d'information :
 - des biais ont pu apparaître sur les données statistiques liées essentiellement au mode de recueil des informations sur les diagnostics.

4.4.2. Analyse des résultats

L'analyse des données disponibles sur les urgences cardiovasculaires en vol montre dans plusieurs études des résultats similaires. Ainsi, le malaise est de loin la situation la plus fréquente, suivie des troubles gastro-intestinaux et des troubles cardiaques. Cependant, un des problèmes majeurs rencontrés dans les différentes études est le manque de précision

concernant le diagnostic. L'impact scientifique de ces études est faible en raison de la qualité des données et de la variabilité des échantillons sélectionnés. De plus, il existe très peu de données recensées puisque les compagnies n'ont aucune obligation dans ce domaine. La plupart des données rapportées le sont de manière incohérente. Ce qui semble indiquer que la législation de la documentation standardisée obligatoire et la mise en place d'un registre international soient nécessaires.

L'IATA propose déjà un modèle de déclaration standardisé des incidents survenus à bord des avions de ligne. Sans un système de déclaration des incidents, aucun processus de gestion des incidents ne peut être développé.

La recherche épidémiologique des urgences médicales en vol a un impact important sur la mise à jour des recommandations.

Une optimisation du recensement permettrait à l'avenir d'améliorer la prévention des incidents et la prise en charge des différentes pathologies à bord d'un avion.

La survie d'un patient au décours d'un arrêt cardiaque survenant au cours d'un voyage en avion est un événement exceptionnel.

L'intégration de la DSA à la chaîne de survie a été associée à une amélioration significative du pronostic des arrêts cardiaques pris en charge en dehors de l'hôpital. Il est ainsi apparu que le transport aérien constituait un terrain privilégié de développement de ce maillon de la chaîne de survie.

Notons que le coût supporté par les compagnies aériennes en termes de maintenance, de formation du personnel pour la mise en place du DSA dans les avions est élevé au regard de la faible probabilité de survenue de l'événement. Ce constat ainsi que les règles de la concurrence semble ne pas être étranger au faible développement du DSA à bord des avions de ligne. En cas d'incident, le taux de déroutement des avions varie selon les études de 2,8% à 13%. Outre son impact sanitaire, les déroutements ont aussi un impact économique et écologique considérable. La perte financière importante associée au défi logistique peut inciter les compagnies aériennes à se concentrer sur l'amélioration de la consultation de dépistage pré-vol chez les patients atteints de pathologies chroniques.

Les études suggèrent que la gestion des urgences par une aide médicale au sol et des protocoles standardisés améliorent la prise en charge et évitent les déroutements abusifs, trop fréquents à l'heure actuelle.

Dans les années qui viennent, les moyens médicaux embarqués iront en se renforçant. L'embarquement de matériel d'intubation est également envisageable, certains appareils en disposent déjà. La possibilité d'administrer certains médicaments, comme des thrombolytiques, est également en discussion. Ceci supposerait une formation renforcée d'au moins un membre d'équipage par appareil, et/ou le développement des possibilités en télémédecine. Les évolutions dépendront des exigences de la Direction Générale de l'Aviation Civile.

Enfin l'avènement de la télémédecine, permettant l'envoi de données vers un centre d'urgence, va pousser à l'élaboration d'algorithmes nécessaires à la gestion des urgences.

Du fait de sa récente introduction, peu de données sont disponibles. Dans l'avenir un des axes de recherche sera d'analyser l'impact de ce nouveau moyen de communication qui, au vu des paramètres transmis, permettra au médecin régulateur au sol de prendre les bonnes décisions.

Bien qu'un protocole standardisé puisse aider, la meilleure approche reste d'essayer d'éviter une situation d'urgence en premier lieu.

Nous avons essayé de répondre à la question d'une majoration du risque coronarien chez les patients soumis aux conditions aéronautiques. Les résultats retrouvés ne donnent pas de réponse univoque.

Peu d'études ont été effectuées dans des conditions d'hypoxie normo-capnique sur une courte durée chez les patients coronariens. Les études de causalités ne montrent pas de signe d'ischémie au repos due à l'hypoxie, même chez les patients coronariens, mais elles sont souvent extrapolées et ne reproduisent pas les réelles conditions en cabine.

Les recommandations concernant le délai d'attente avant un vol, suite à un infarctus, ont évolué avec les progrès thérapeutiques. Néanmoins, les sources ayant permis d'élaborer ces recommandations sont limitées ou n'apparaissent pas dans l'analyse des articles. L'absence de présentation des ressources exploitées et des méthodes utilisées, empêche d'attribuer à ces recommandations un niveau de preuve explicite.

Les recommandations les plus récentes concernant le délai après un infarctus du myocarde sont de plus en plus précoces. Cependant, ces recommandations ont un faible niveau de preuve et sont fondées sur l'avis d'expert.

La plupart des recommandations sont basées sur les effets théoriques de l'hypoxie et non sur les effets au cours d'un vol chez les patients ayant présenté un infarctus du myocarde.

Il faudrait également une stratification du risque en fonction du patient, de sa pathologie et des traitements dont il a bénéficié.

Concernant la survenue de troubles du rythme en vol, les études montrent des modifications électrocardiographiques consécutives à l'exposition à l'hypoxie et ce de façon proportionnelle à l'altitude. L'oxygénothérapie semblerait diminuer les ectopies ventriculaires et les modifications électrocardiographiques. Néanmoins, la gravité de ces troubles n'est pas rapportée. De même, les recherches effectuées ne sont pas réalisées en vol. Les conditions et l'environnement atmosphérique de chaque environnement rendent la comparaison incertaine.

Une étude de causalité comparant des groupes de sujets sains et des patients atteints de pathologies cardiaques serait intéressante. De même, il faudrait évaluer les risques chez les patients présentant des troubles du rythme sans nécessité d'être appareillés.

Nous avons évoqué les recommandations chez les patients porteurs de défibrillateur et de pacemaker. Ce point permet de clarifier les réponses et les précautions à apporter au patient au cours d'une consultation. A l'heure actuelle, aucun incident lié aux interférences avant l'embarquement et au cours d'un vol n'a été répertorié.

Chez le patient insuffisant cardiaque, très peu d'études dans la littérature se sont intéressées à la tolérance lors de l'exposition à une hypoxie modérée. Les recommandations contre-indiquent de façon évidente le vol chez les patients présentant une décompensation cardiaque ou une insuffisance cardiaque de stade NYHA IV. Les résultats suggèrent qu'une hypoxie de courte durée est bien tolérée chez les patients ayant une insuffisance cardiaque chronique stable et traitée. Il est cependant nécessaire de compléter ces études avec des échantillons plus importants pour conclure à l'innocuité des conditions aéronautiques chez ces patients.

A l'heure actuelle, un Français sur deux organise son voyage lui-même. Les recommandations des sites de médecine des voyages et les sites internet des compagnies aériennes conseillent aux futurs passagers de consulter leur médecin traitant avant un départ en voyage. Toutefois, aucune précision n'est donnée sur le profil des voyageurs concernés. L'imprécision domine encore lorsque se pose la question de la nature des démarches cliniques que doit entreprendre le médecin traitant pour valider une aptitude.

Encore faut-il que cette information soit délivrée de manière systématique au patient. Cet aparté a pour but d'expliquer en partie le fait que les patients ne sont pas alertés sur leur aptitude à prendre l'avion. Du côté des professionnels, il existe peu d'enseignement sur la médecine du voyage permettant au médecin généraliste de remplir sa mission de prévention.

De toutes les classes d'âge pouvant tirer un réel bénéfice d'un examen d'aptitude au vol, la classe des seniors figure en bonne place pour la raison suivante: l'incidence des accidents en vol augmente avec l'âge. Si cette assertion a tout lieu d'être attendue, la moyenne d'âge de survenue de ces incidents a de quoi surprendre. En effet, celle-ci ne débute pas à l'âge de 65 ou 75 ans mais bien avant cet âge, puisqu'elle est établie à 44 ans chez l'homme et 49 ans chez la femme [34-60].

Une réalité qui complique la démarche d'expertise du médecin traitant consulté, surtout quand cette consultation a pour seule motivation la remise à jour d'un carnet de vaccination ou la récupération d'une prescription propre au pays visité.

Nous avons exposé de façon exhaustive les dernières recommandations de plusieurs sociétés savantes afin de mieux aider le praticien dans sa pratique au cours d'une consultation.

Néanmoins, les recommandations sont fondées sur l'avis d'experts. La décision de prescrire des examens complémentaires reste à l'appréciation du clinicien.

Si le voyage aérien comporte des spécificités liées à la pressurisation des cabines, les accidents thrombo-emboliques restent peu fréquents eu égard au nombre de voyageurs transportés. L'OMS a publié ses conclusions au vu des différentes enquêtes du projet WRIGHT indiquant que le risque serait multiplié par 2 après un voyage de plus de 4 heures et plus et la multiplicité des vols dans une période de temps rapprochée serait un facteur aggravant. Leur prévention passe essentiellement par l'application de quelques mesures de précaution simples, facilement applicables par les voyageurs. L'Académie Nationale de Médecine vient de préconiser que soient renforcés l'information du voyageur, la formation des professionnels du transport aérien et le rôle du médecin généraliste dans la consultation préalable au voyage.

Concernant les pathologies thromboemboliques, plusieurs études d'incidence ont été menées.

Toutefois la plupart prenaient en compte des thromboses veineuses asymptomatiques, situation discutable quant à la pertinence clinique. En effet, il a été montré qu'une thrombose veineuse profonde sans retentissement peut être mise en évidence chez des sujets indemnes de

facteur de risque de maladie veineuse thromboembolique et n'ayant pas voyagé récemment, et ce avec une incidence pouvant aller jusqu'à 1%.

Force est de constater que malgré une littérature médicale abondante sur le sujet, peu d'études concluantes ont été publiées jusqu'alors.

Les études se heurtent à plusieurs difficultés : faible incidence globale des maladies thromboemboliques associées au transport aérien, problèmes éthiques, organisation difficile. Les recommandations sont fondées sur des avis experts.

Si les recommandations concernant les mesures comportementales et physiques sont facilement applicables à tous les passagers, les mesures pharmacologiques font quant à elles l'objet de nombreuses controverses. Par exemple, le nombre d'injections HBPM et le délai avant l'embarquement restent totalement arbitraires.

La clarification de ces recommandations fait l'objet d'étude de la phase 2 du projet WRIGHT de l'OMS qui est en cours d'élaboration et en recherche de financement.

Enfin, l'évacuation sanitaire présente de nombreux avantages. Elle est effectuée principalement par des sociétés d'assurances indépendantes. Il n'existe pas d'algorithme permettant de connaître l'aptitude du patient à effectuer un rapatriement. Toutefois, ces transferts étant le plus souvent médicalisés, il existe peu de complications au cours du transport et la majorité d'entre-elles sont maîtrisables.

Finalement, il est important de rappeler que la prise de décision médicale doit au minimum associer le patient, ce qui implique qu'il soit judicieusement informé des bénéfices escomptés et des incertitudes de chacune des décisions alternatives.

Ce mode d'exercice est cohérent avec la perspective contemporaine d'une médecine centrée sur le patient.

Conclusion

Au travers de ce travail, nous avons exposé les recommandations actuelles afin d'aider le clinicien à conseiller son patient avant un voyage en avion.

Les incidents cardiovasculaires au cours d'un vol ont une faible incidence eu égard au nombre de passagers transportés. Néanmoins, la démocratisation du transport aérien et le vieillissement des voyageurs entraînent naturellement une augmentation du nombre d'incidents médicaux en vol. Les pathologies cardiovasculaires étant à l'origine de la majorité des déroutements, une identification claire des risques associés devient un enjeu essentiel.

Le médecin généraliste est un interlocuteur privilégié, facilement accessible, qui peut influencer la prévention de ces incidents liés aux conditions aéronautiques.

A l'heure actuelle, les données de la littérature ne sont pas toujours concordantes, ni d'un niveau de preuve scientifiquement établie.

De ce fait, aucune recommandation de santé publique ne peut être donnée actuellement : tous les spécialistes ainsi que les compagnies aériennes s'accordent pour dire que des études ultérieures doivent être menées.

En fait, comme l'a si bien formulé John Bailar, épidémiologiste à la *National Academy of Sciences*, « la question n'est pas de savoir si les données épidémiologiques comportent une part d'incertitude, mais plutôt de savoir si la part d'incertitude de ces données est telle que l'on ne peut pas en tirer des conclusions utiles. »

Dans ce sens, de futurs axes de recherche peuvent être identifiés :

- l'enrichissement des connaissances physiopathologiques en médecine aéronautique.
- l'évaluation des pratiques des médecins afin d'adapter les formations pour optimiser la prévention et l'information des futurs voyageurs.
- l'élaboration d'un arbre décisionnel, aidant les médecins à mieux repérer les patients à risque et à leur proposer des mesures préventives adaptées.
- l'élaboration de protocoles d'urgence standardisés, un accès au médecin régulateur et un registre obligatoire des incidents survenant en vol.

Références bibliographiques

1. Touze.J.E, Métais.P, Zawieja.P, Maladie cardiovasculaire et voyage aérien : particularités et enjeux Elsevier Masson SAS. 2012; 41: 109-115
2. International Air Transport Association IATA Medical Manual May 2012 5ème édition Disponible sur : <http://www.iata.org/whatwedo/safety/health/Documents/medical-manual-2012.pdf> (Consulté le 18 décembre 2012)
3. International Air Transport Association. Fact sheet Industry Statistics, mise à jour décembre 2010. Disponibles sur http://www.iata.org/pressroom/facts_figures/fact_sheets/Documents/industry-facts-december-10.pdf. (Consulté le 4 novembre 2012)
4. Biarreau.B, Marotte.H, Rodriguez.P, Paris.J.F, Bertrand.C, Etudes et recherches : le voyage aérien, réunion d'automne de la société de médecine des voyages CAMIP 2012-4
5. RG Stefanacci. «Prendre soin des personnes âgées à 30.000 pieds » *Gériatrie clinique* 2012; 20 (5):24-28. Disponible sur : <http://www.clinicalgeriatrics.com/articles/Caring-Older-Adults-30000-Feet> (Consulté le 3 janvier 2013)
6. FAA US Department of Transportation, Federal Aviation Administration. Équipement médical d'urgence. Circulaire n ° 121-33. (Consulté le 4 février 2013)
7. De veille sanitaire, de l'aviation commerciale. Statistiques révèlent médicales les plus courantes urgences en vol. Mars / Avril 2001 Disponible sur : www.medaire.com/MarchApril01Commercial.pdf (Consulté le 12 octobre 2012)
8. MedAire. À propos de MedLink, un service de MedAire. Disponible sur [www.medaire.com / MedAire_AboutMedLink.pdf](http://www.medaire.com/MedAire_AboutMedLink.pdf). (Consulté le 20 octobre 2012)
9. Guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations, Janvier 2000 Disponible sur : <http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/analiterat.pdf> (Consulté le 3 septembre 2012)
10. Sable Michael, Stephan Morrosch, Daniel Sable, Peter Altmeyer, Falk G Bechara Les urgences médicales à bord des transporteurs commerciaux: une documentation comme prévu? *Critical Care* 2012, 16: 42: 10.1186-1238
11. Frédéric Lapostolle, David Corège, Didier Sordelet, Mélanie Grave, Claude Lapandry, Benoit Vivien, Patrick Wipf, Frédéric Adnet Y a t-il un médecin dans l'avion? Elsevier Masson SAS 2010; 39: 626–631

11. Melissa L. P. Mattison, Mark Zeidel, Navigating the Challenges of In-flight Emergencies *JAMA*. 2011; 305 (19): 2003-2004:10.1001 /jama.2011.618
12. Speizer C, Rennie CJ, Breton H. Prevalence of in-flight medical emergencies on commercial airlines. *Ann Emerg Med* 1989; 18: 26-9
13. Fabrice Dedouit, Dra, Philippe Barguin, Drb, Gilles Tournel, Dra, Valery Hedouin, Pra, Didier Gosset Y a-t-il un médecin dans l'avion ? *Pra* 2006
14. Robert Drummond, Alan J. Drummond, St.Mary's Hospital Center, Montréal, Perth et Smiths Falls District Hospital, Perth, en Ontario Sur une aile et une prière: les urgences médicales à bord des avions commerciaux Québec; *CJEM* 2002; 4 (4): 276-280
15. R. Brion, P. Rodriguez, J.P Gourbat ; Transport aérien et cardiopathies: prendre l'avion pour le cardiaque *Consensus Cardio pour le praticien - N° 41 • Septembre 2008* 41 : 16-19
16. Daniel Horovitz Pathologies cardio-vasculaire des voyageurs et transport aériens 2007
17. Sand M, Bechara FG, Sand D, Mann B. Surgical and medical emergencies on board European aircraft: a retrospective study of 10189 cases. *Critical Care* 2009 20; 13: 3
18. Qureshi A, Porter KM. Emergencies in the air. *Emerg Med J* 2005; 22: 658-9
19. Jorge.A, Pombal.R, Peixoto.H, Lima M.Preflight medical clearance of ill and incapacitated passengers: 3-years retrospective study of experience with a european airlines. *J Travel Med* 2005; 12: 306-11
20. Keith J. Ruskin, M.D., Keith A. Hernandez, M.D, Paul G. Barash, M.D Management of In-flight Medical Emergencies *Anesthesiology* 2008; 108: 749 –55
21. DeJohn CA, Veronneau SJ, Wolbrink AM, et al. The evaluation of in flight medical care aboard selected United States air carrier: 1996 to 1997. Washington DC: Federal Aviation Administration, Office of Aviation Medicine; 2000
22. Delaune.EF, Lucas.RH, Illig.P, In-flight events and aircraft diversions: one airline's experience. *Aviat Space Environ Med* 2003; 74: 62-8
23. M. Szmajer, M. Nahon, P. Mirat, P. Rodriguez, N. Poirot, B. Vivien, P. Carli Régulation par le SAMU des appels pour conseil médical à bord des avions d'Air France en vol : analyse prospective sur la période 1997–2007 10.1016/j.jeur.2009.03.459
24. E.Tahon, M.Nahon, N. Poirot, P.Mirat, M.Szmajer, P.Rpdriguez, P.Carli, B.Vivien, Etude prospective de 1535 dossiers de régulation par le SAMU des appels pour conseil médical à bord des avions en vol de Janvier 2005 à Avril 2011 Disponible sur :

http://www.sfm.u.org/urgences2012/urgences2012/donnees/communications/resume/resume_207.htm (Consulté le 3 février 2013)

25. Szmajer.M, Rodriguez.P, Sauval.P, Charetteur.M.P, Derossi.A, Carli.P, Medical assistance during commercial airline flights: analysis of 11 years experience of the Paris emergency medical service (SAMU) between 1989 and 1999 *Resuscitation* 2001 50: 147-151
26. Page RL, Joglar JA, Kowal RC, Zagrodzky JD, Nelson LL, Ramaswany K, et al. Use of automated external defibrillators by a US Airline. *N Engl J Med* 2000; 343: 1210–6
27. DeJohn CA, Wolbrink AM, Véronneau SJ, Larcher JG, Smith DW, Garrett JS. An evaluation of in-flight medical care in the US. *Aviat Space Environ Med* 2002; 73: 580-6
28. F. Lapostolle a, J.M. Mahaut, N. Crocheton, J. Levasseur, F. Adnet Utilisation d'un défibrillateur semi-automatique (DSA) au cours du transport aérien *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation* 2003; 22 : 235–237
29. Jürgen Graf, Uwe Stüben, and Stefan Pump In-flight Medical Emergencies *deutsches arzteblatt international* 2012 109 37: 591-602
30. C. Bertrand, P. Rodriguez Redington, E. Lecarpentier, G. Bellaiche, D. Michel, E. Teiger, W. Morris, J.P. Le Bourgeois, M. Barthout Preliminary report on AED deployment on the entire Air France commercial fleet: A joint venture with Paris XII University Training Programme *Resuscitation* November 2004 Volume 63, Issue 2: 175-181
31. Rittenberger.J, Hostler.D, Tobin.T, Gaines.J, Callaway.C, Predictors of ROSC in witnessed aeromedical cardiac arrests *Resuscitation* 2008 76: 43-46
32. Chalkias.A, Georgiou.M, Bottiger.B, Monsieurs.K, Svavarsdottir.H, Raffay.V, Lacovidou.N, Xanthos.T, Recommendations for resuscitation after ascent to high altitude and in aircrafts *International Journal of Cardiology* 2012 Disponible sur : <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2012.11.077> (Consulté le 8 février 2013)
33. Henrik Fischera, Stephanie Neuhold, Eva Hochbruggerc, Barbara Steinlechnera, Herbert Koiniga, Ljubisa Milosevica, Christof Haveld, Sophie Frantale, Robert Greiff, Quality of resuscitation: Flight attendants in an airplane simulator use a new mechanical resuscitation device—A randomized simulation study *Resuscitation* 2011 82: 459–463
34. *Danielle Silverman, Mark Gendreau; Medical issues associated with commercial flights Lancet* 2009; 373: 2067–77
35. Jean-Paul Richalet; Altitude et système cardiovasculaire *Presse Med.* 2012; 41: 638–643

36. Peter Bärtsch, J. Simon R. Gibbs, Effect of Altitude on the Heart and the Lungs *Circulation* November 6, 2007 116: 2191-202. Disponible sur <http://circ.ahajournals.org/> (Consulté le 5 février 2013)
37. David Smith, William Toff, Michael Joy, Nigel Dowdall, Raymond Johnston, Liz Clark, Simon Gibbs, Nick Boon, David Hackett, Chris Aps, Mark Anderson, John Cleland
Fitness to fly for passengers with cardiovascular disease The report of a working group of the British Cardiovascular Society *Heart* 2010; 96: 1-16
38. Cutaia M, Rounds S. Hypoxic pulmonary vasoconstriction: physiologic significance, mechanism and clinical relevance. *Chest* 1990; 97: 706-18
39. Barry PW, Pollard AJ, Altitude illness. *BMJ* 2003; 326: 915-9
40. Massimo Veglio, Simona Maule, Giovanni Cametti, Annalisa Cogo, Livio Lussiana, Giuseppe Madrigale and Orinana Pecchio the effects of exposure to moderate altitude on cardiovascular autonomic function in normal subjects *Clinical autonomic Research* 1999, 9: 123-127
41. Thomson AJ, Drummond GB, Waring WS, et al. Effects of short-term isocapnic hyperoxia and hypoxia on cardiovascular function. *J Appl Physiol* 2006; 101: 809-16
42. Wyss CA, Koepfli P, Fretz G, Seebauer M, Schirlo C, Kaufmann PA. Influence of altitude exposure on coronary flow reserve. *Circulation*, 2003, 108: 1202-7
43. Alexander JK. Coronary problems associated with altitude and air travel. *Cardiol Clin.* 1995 May; 13(2): 271-8
44. Bettles T and Mckenas D, Medical Advice for Commercial Air Travelers *Am Fam Physician.* 1999 Sep 1; 60(3): 801-808
45. Olaf W. Skjenna, DA v Med; John F. Evans, Mary-Stewart Moore, Claude Thibeault, A. George Tucker, Helping patients travel by air *Can Med Assoc J* 1991; 3: 144
46. Low JA, Chan DK, Air travel in older people, *Age Ageing.* 2002 Jan; 31(1): 17-22
47. Aerospace Medical Association Medical guidelines for airline travel, 2nd ed. *Aviat Space Environ Med* 2003; 74 Section II: A1-A12
48. Possick SE, Barry M. Evaluation and management of the cardiovascular patient embarking on air travel. *Ann Intern Med.* 2004; 141(2): 148-154
49. Weitao Wang, William J. Brady, Robert E. O'Connor, Sara Sutherland, M. Fabrice Durand-Brochec, François-Xavier Duchateau and Laurent Verner, Non-Urgent Commercial

Air Travel After Acute Myocardial Infarction *A Review of the Literature and Commentary on the Recommendations 2012* Air Medical Journal 31: 5

50. Bensaid. J, Blanc. P, Le cardiaque qui voyage: troubles du rythme en altitude et dans les milieux pauvres en oxygène La lettre du cardiologue -n°366- juin 2003

51. Kujanik, Snincak, Periodicity of arrhythmias in healthy elderly man of the moderate altitude. *Physiol Respir* 2000; 49: 285-7

52. Kujanik, Snincak, Cardiovascular changes during sudden ascent in cable to the moderate altitude. *Physiol respir* 2000 ; 49 : 729-31

53. Mantziari L, Styliadis C, Kourtidou-Papadeli C, Styliadis I; Arrhythmias, Sudden Cardiac Death and incapacitation of pilots *Hippokratia* 2008, 12 (Suppl 1): 3-8

54. Kolb. C, MD, Schmieder. S, Günter. L, Zrenner. B, Karch. M, Plewan. A, Schmitt.C, Do Airport Metal Detectors Interfere With Implantable Pacemakers or Cardioverter-Defibrillators *Journal of the American College of Cardiology* Vol. 41, No. 11, 2003 June 4, 2003: 2054–9

55. Traveling with Pacemakers, Implantable Défibrillators, Implanted Metal Devices and Coronary Stents *Health Tips for Travelers Texas A&M system* Mai 2008

56. Transportation Security Administration (TSA). Travelers with Disabilities and Medical Conditions Disponible sur <http://www.tsa.gov/traveler-information/metal-implants> (consulté le 5 janvier 2013)

57. David Ross *Ideal Cabin Environment study*. 2006

58. Agostini P, Cattadori G, Guazzi M, et al. Effects of simulated altitude-induced hypoxia on exercise in patients in chronic heart failure. *Am J Med* 2000; 109: 450-5

59. Lee Ingle, James Hobkirk, Thibaud Damy , Samantha Nabb , Andrew L. Clark, John G.F. Cleland , Experiences of air travel in patients with chronic heart failure *International Journal of Cardiology* 2012, 158: 66–70

60. Haicault de la Regontais G. La préparation au voyage des seniors: une approche opportune de prévention primaire et secondaire. *Neurol psychiatr gériatr* 2013, Disponible sur <http://dx.doi.org/10.1016/j.npg.2012.12.007> (consulté le 15 février 2013)

61. Anne Forest, Marie Brihier, Marc Verny, *Personnes âgées en voyage* *Presse Med.* 2013; 42: 209–216

62. C. Jessica Dine, MD; and Mary Elizabeth Kreider, MD, Hypoxia Altitude Simulation Test *Chest / 133 / 4 / April, 2008*

63. Conférence d'experts Recommandations de la Société de Pneumologie de Langue Française, de la Société Belge de Pneumologie, et de la Société de Médecine des Voyages Voyage aérien et maladies respiratoires (*à l'exclusion de la pathologie infectieuse*) *Rev Mal Respir* 2007 ; 24: 4-5
64. David Smith, William Toff, Michael Joy, Nigel Dowdall, Raymond Johnston, Liz Clark, Simon Gibbs, Nick Boon, David Hackett, Chris Aps, Mark Anderson, John Cleland, Fitness to fly for passengers with cardiovascular disease The report of a working group of the British Cardiovascular Society *Heart* 2010; 96: 1-16
65. Joy.M, Cardiovascular disease and airline travel, *Heart* 2007; 93 (12): 1507-1509
66. Simpson C, Ross D, Dorian P, et al. CCS Consensus Conference 2003: Assessment of the cardiac patient for fitness to drive and fly e executive summary. *Can J Cardiol* 2004; 20: 1313-23
67. Assessing fitness to fly Guidelines for health professionals from the Aviation Health Unit, UK Civil Aviation Authority May 2012
68. Science and Technology Committee 1 st Report of Session 2007-08, Air Travel and Health: an update House Of Lords 2007 House of Lords Science and Technology Committee. London: The Stationery Office, 2007
69. Assemblée- 35 ème session Comité exécutif Point 19: Santé et bien être des passagers et des équipages Organisation de l'Aviation Civile Internationale 2004 disponible sur le site web de la CEAC www.eac-ceac.org (Consulté le 4 novembre 2012)
70. Hobkirk J, Damy T, Bennett A, et al. Effects of reduced inspired oxygen concentration in patients with chronic heart failure, *Proceedings of ESC* 2009
71. Heistad DD, Abboud FM. Circulatory adjustments to hypoxia. *Circulation* 1980; 61: 463-70
72. Frédéric Lapostolle, Claude Lapandry, Frédéric Adnet Accidents thromboemboliques et voyages aériens *Presse Med.* 2012; 41: 234-238
73. The WRIGHT Project Study Group. WHO Research Into Global Hazards of Travel (WRIGHT) Project: final report of phase 1. World Health Organization 2007 Disponible sur http://www.who.int/cardiovascular_diseases/wright_project/phase1_report/WRIGHT%20REPORT.pdf. (Consulté le 2 novembre 2012)
74. F. Bertrand Maladie Veineuse thrombo-embolique et voyage aérien COPACAMU 2008

75. Tamás Sándor, Travel thrombosis: Pathomechanisms and clinical aspects, *Pathophysiology* 2008 15: 243-252
76. Cruickshank JM, Gorlin R, Jennett B. Air travel and thrombotic episodes: the economy class syndrome. *Lancet*.1988; 2: 497-8
77. Pilar Gispert, M. Estrella Drobnic, and Rafael Vidal Economy Class Syndrome or Immobile Traveler's Syndrome? *Arch Bronconeumol*. 2006; 42(7): 373-5
78. Clerel M, Caillard G, Syndrome thromboembolique de la station assise prolongé et vols longue-durée : l'expérience du service médical d'urgence d'Aéroports de Paris Institut européen de Cyndiniques 2001, lettre n°33 Résumé en ligne www.cyndinics.org:iee-lettre33-thrombo.htm (Consulté le 3 novembre 2012)
79. Hughes R, Heuser T, Hill S, et al. Recent air travel and venous thrombo-embolism resulting in hospital admission. *Respirology* 2006; 111: 75-9
80. Samama MM. An epidemiologic study of risk factors for deep vein thrombosis in medical out patients: the Sirius study. *Arch Intern Med*. 2000; 160: 3415-20
81. Lapostolle F, Surget V, Borron SW et al. Severe pulmonary embolism associated with air travel. *N Engl J Med* 2001; 345: 779-83
82. Perez-Rodriguez E, Jimenez D, Diaz G, Perez-Walton I, Luque M, Guillen C, Manas E, Yusen RD. Incidence of air travel-related pulmonary embolism at the Madrid-Barajas airport. *Arch Intern Med* 2003; 163: 2766-70
83. Hertzberg SR, Roy S, Hollis G, Brieger D, Chan A, Walsh W. Acute symptomatic pulmonary embolism associated with long haul air travel to Sydney *Vasc Med* 2003; 8: 21-3
84. Scurr JH, Machin SJ, Bailey-King S, Mackie IJ, McDonald S, Smith PD. Frequency and prevention of symptomless deep-vein thrombosis in long-haul flights: a randomised trial. *Lancet* 2001; 357: 1485-9
85. Belcaro G, Geroulakos G, Nicolaidis AN, Myers KA, Winford M. Venous thromboembolism from air travel: the LONFLIT study. *Angiology* 2001; 52: 369-74
86. Bendz B, Rostrup M, Sevre K, Andersen T, Sandset PM. Association between acute hypobaric hypoxia and activation of coagulation in human beings. *Lancet*.2000; 356: 1657-8
87. A J M Schreijer, S C Cannegieter, J C M Meijers, S Middeldorp, H R Büller, F R Rosendaal Activation of coagulation system during air travel: a cross over study. *Lancet* 2006; 367: 832-8

88. Wolfgang Schobersberger, Markus Mittermayr, Dietmar Fries, Petra Innerhofer, Anton Klingler, Martin Faulhaber, Hanns-Christian Gunga, Werner Streif, Changes in blood coagulation of arm and leg veins during a simulated long-haul flight *Thrombosis Research* 2007; 119: 293-300
89. Hodkinson PD, Hunt BJ, Parmar K, et al. Is mild normobaric hypoxia a risk factor for venous thromboembolism? *J Thromb Haemost* 2003; 1: 2131-3
90. Toff WD, Jones CI, Ford I, et al. Effect of hypobaric hypoxia, simulating conditions during long-haul air travel, on coagulation, fibrinolysis, platelet function, and endothelial activation. *JAMA* 2006; 295: 2251-61. Erratum in: *JAMA* 2006; 296:46
91. Accidents thromboemboliques et voyages aériens - Consensus Cardio - Consensus Cardio n°79 - mai 2012 - Attitudes
92. Morio H, Fujimori Y, Terasawa K et al. Pulmonary thromboembolism associated with air travel in Japan. *Circ J* 2005; 69: 1297- 3011
93. M.R. Cesarone, G. Belcaro, A.N. Nicolaidis, A. Ricci, G. Geroulakos, E. Ippolito, R. Brandolini, G. Vinciguerra, M. Dugall, M. Griffin, I. Ruffini, G. Acerbi, M. Corsi, N.H. Riordan, S. Stuard, P. Bavera, A. Di Renzo, J. Kenyon and B.M. Errichi Prevention of Venous Thrombosis in Long-Haul Flights with Flite Tabs: The LONFLIT-FLITE Randomized, Controlled Trial *Angiology* 2003 54: 531
94. Belcaro G, Cesarone MR, Nicolaidis AN, Geroulakos G, Lennox A, Myers KA, Moia M, Ricci A, Brandolini R, Ramaswami G, Bavera P, Dugall M, Ippolito E, Winford M. The LONFLIT4-Concorde--Sigvaris Traveno Stockings in Long Flights Study: a randomized trial. *Angiology*. 2003 Jan; 54(1): 1-9
95. Cesarone MR, Belcaro G, Nicolaidis AN, *et al.* Venous thrombosis from air travel: the LONFLIT 3 study—prevention with aspirin vs low-molecular-weight heparin (LMWH) in high-risk subjects: a randomized trial. *Angiology* 2002; 53: 1-6
96. Henry G Watson, Yen Lin Chee Aspirin and other antiplatelet drugs in the prevention of venous thromboembolism *Blood Reviews* 2008 22: 107-116
97. Schobersberger W, Toff WD, Eklof B et al. Traveller's thrombosis: international consensus statement. *Vasa* 2008; 37: 311-7
98. Kahn SR, Lim W, Dunn AS, *et al.* Prevention of VTE in nonsurgical patients: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest* 2012; 141: 195-226

99. F. Vin, Le syndrome de la classe économique : chez qui une injection d'HBPM devrait-elle être ajoutée à la compression médicale élastique ? Repères pratique vasculaire 2009
100. Rosendaal FR. Interventions to prevent venous thrombosis after air travel: are they necessary? *No J Thromb Haemost* 2006; 4: 2306-7
101. R J Hughes, R J Hopkins, S Hill, M Weatherall, N Van de Water, M Nowitz, D Milne, J Ayling, M Wilsher, R Beasley; Frequency of venous thromboembolism in low to moderate risk long distance air travellers: the New Zealand Air Traveller's Thrombosis (NZATT) study *Lancet* 2003; 362: 2039-44
102. Zoran Mihailovic, Bojana Radnic, Tatjana Atanasijevic, Vesna Popovic Pulmonary thromboembolism after air travel: Two case reports, the review of literature and forensic implications *Forensic Science International* 2012, 222: 13–18
103. Sanchez.O Thrombose veineuse et voyages aériens *Rev med* 2008, 29: 445-448
104. Divay.C, Parisini.E, mozaffarian.D, Meta-analysis: travel and risk for venous thromboembolism *Ann Intem Med* 2009; 151(3): 180-190
105. Kuipers.S, Cannegieter.S, Middeldorp.S, Buller.H, Rosendaal.F, The absolute risk of venous thrombosis after air travel: a cohort study of 8,755 employees of international Organisations *Plos medicine* 2007; 290: 1508-1514
106. Lapostolle F, Borron SW, Surget V, Sordelet D, Lapandry C, Adnet F. Stroke associated with pulmonary embolism after air travel. *Neurology* 2003
107. G Heckmann, M.Stadter, et Coll: Increased frequency of cardioembolism and patent foramen ovale in patients with stroke and positive history suggesting economy class stroke syndrome. *Heart*, 2006, 92: 1265-1268
108. SK Kakkos, G.Geroulakos: Economy class Stroke syndrome: case report and review of the literature. *Eur J of Vasc and Endovasc Surg*, 2004, 27 (3): 239-243
109. Vallejo P, Sunol R, Van Beek B, Lombarts M, Bruneau C, Vlcek F. Volume and diagnosis: an approach to cross border care in eight European countries. *Qual Saf Health Care* 2009; 18 (Suppl I): 8–14
110. Pommerie F, Lentz F, Timsit G, Lenoir G, Jacqmin D. Les rapatriements sanitaires et les pathologies cardiaques: dix ans d'expérience. *Rev Med Aero Spat* 2003; 42: 11-5
111. Singh JM, MacDonald RD, Bronskill SE, Schull MJ. Incidence and predictors of critical events during urgent air-medical transport. *CMAJ*. 2009; 27; 181: 579-84

112. Vidal Essebag, MD, MSc; Abdul R. Halabi, MD; Michael Churchill-Smith, MD; and Sohrab Lutchmedial, MD Air Medical Transport of Cardiac Patients HEST 2003; 124:1937-1945
113. Thomas MD, Hinds R, Walker C, Morgan.F, Mason.P, Hildick-Smith.D, Safety of aeronautical repatriation after myocardial infarction: a retrospective study. Heart 2006; 92: 1864-1865
114. Zahger D, Leibowitz D, Tabb IK, et al. Long-distance air travel soon after an acute coronary syndrome: a prospective evaluation of a triage protocol. Am Heart J 2000; 140: 241-2
115. Roby H, Lee A, Hopkins A. Safety of air travel following acute myocardial infarction Aviat Space Environ Med 2002; 73: 91-6
116. Himeur Majdouline Risques cardiaques liés aux voyages en avion Thèse de doctorat en médecine Brest Université de Bretagne Occidentale, 2007, 86 p.
117. Le Coz Nicolas Transport aériens et pathologies cardiovasculaires : étude bibliographique Thèse de doctorat en médecine Brest Université de Bretagne Occidentale, 2008, 67p.
118. Giovinazo Anne Moyens de secours et principaux incidents à bord des avions de ligne Thèse de doctorat en pharmacie Montpellier Université de Montpellier, 2005, 109p.
119. Guimard Antoine Prévention des pathologies pouvant survenir pendant ou au décours d'un voyage en avion Thèse de doctorat en médecine Tours Université François Rabelais Tours 2004 122p.
120. Saint-Mard Patrick Maladie thrombo-embolique veineuse au décours des voyages aériens évaluation et gestion du risque Thèse de doctorat en médecine Nancy Université Henri Poincaré Nancy, 2008, 119p.
121. Fontanel Fabien Recommandations aux voyageurs aériens: enquête auprès de 71 médecins généralistes de la Haute Garonne Thèse de doctorat en médecine Toulouse Université de Paul Sabatier Rangueil, 2005, 96p.
122. Marotte H. Physiologie aéronautique. Éditions SEES, 2004
123. D. Franzen, O. Seiler Le patient comme passager aérien Forum Med Suisse 2008; 8(38): 698-704
124. Bazex.J, Cabanis. E.A, Rapport de l'académie National de médecine Santé des voyageurs sur des vols aériens de longue durée et rôle du médecin traitant Octobre 2010

125. De Hart RL. Health issues of air travel. *Ann Rev Public Health* 2003; 24: 133-51
126. B-A Gaüzère, Les pathologies des vols aériens longs courriers *Medecine tropicale* janvier 2012
- 127 R.Brion, P.Rodriguez, J.R. Caignault, V. Griffet ; Voyages aériens: rôle du cardiologue *Lettre du cardiologue*-n°366- juin 2003
128. Anne M.Lucas, DNP, FNP-C, Travel considerations for the cardiac patient *American College of Nurse practitioners* 2012
129. Voyages internationaux et santé OMS 2010 Disponible sur :
<http://www.who.int/ith/ITH2010fr.pdf> (Consulté le 12 octobre 2012)
130. Civil Aviation Authority – Fitness to Fly. Disponible sur :
http://www.caa.co.uk/docs/923/FitnessToFlyPDF_FitnesstoFlyPDF%20Feb%2009.pdf
(Consulté le 30 septembre 2012)
131. Aerospace Medical Association Disponible sur www.asma.org/pdf/publications/medguid.pdf (Consulté le 3 novembre 2012)

Glossaire

AsMA : Aerospace Medical Association

AVC/AIT : Accident vasculaire cérébral / Accident ischémique transitoire

AVK : Anti Vitamine K

BPCO : Broncho-pneumopathie chronique obstructive

CDB : Commandant de bord

CCO : Centre de coordination des opérations

CFS : Certificat de Formation à la Sécurité

CRASDAB : Compte Rendu d'Accident Soins et Dommages A Bord

CSS : certificat de sécurité et sauvetage

DGAC : Direction Générale de l'Aviation Civile

DSA : Défibrillateur semi automatique

ECG : Electrocardiogramme

EP : Embolie Pulmonaire

FAA : Federal Aviation Administration

FREMEC : FREquent traveller MEDical Card

HTA : Hypertension artérielle

HBPM : Héparine de Bas Poids Moléculaire

IATA : International Air Transport Association

IDM : infarctus du myocarde

INCAD: INCapacited passengers handling ADvice

JAA: Joint Aviation Authority

MEDIF: MEDical Information for Fitness to travel

mmHg: millimètre de mercure

OACI: Organisation de l'aviation civile;

OMS: Organisation mondial de la santé

PNC : Personnel naviguant commercial

TVP : Thrombose Veineuse Profonde

Table des annexes

Annexe 1 : Formulaire de Compte-rendu d'incident médical

Annexe 2 : Formulaire Source IATA

Annexe 3 : Formulaire Air France

Annexe 4 : Formulaire MEDIF ou INCAD Source IATA

Annexe 5 : HAS Extraits du « Guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations »

PIECE-JOINTE : FORMULAIRE DE COMPTE-RENDU D'INCIDENT MEDICAL

(en anglais seulement)

NAME OF AIRLINE :

Completed form to be returned to:.....

Sample Medical Incident Report (To be completed for all incidents)	
Name of person completing form	Staff ID:

SECTION 1:

1. Date: / /	2. Flight No:	3. From:	4. To:
--------------	---------------	----------	--------

PATIENT DETAILS (Complete as applicable)

5. Name:											
6. Sex:	M / F	7. Date of Birth:	/ /	8. Seat No:		9. Frequent flyer member?	Y/N				
10. Home Address:								11. Tel.:			

DETAILS OF ILLNESS/ ACCIDENT

12. Time/Date of Onset (GMT):	: hrs. / /	13. Location:
14. Describe events leading up to incident:		

SYMPTOMS & SIGNS (tick, circle or complete all appropriate boxes):

Pain:	15. Site(s):		16. Severity:	Mild / Moderate / Severe
	17. Character:	Sharp / Cramping / Aching / Throbbing	18. Pattern:	Constant / Variable
Bleeding	19. Site(s):		20. Severity:	Mild / Moderate / Severe
	21. Nausea	22. Vomiting	23. Diarrhoea	24. Cough
26. Faint	27. Pale	28. Blue	29. Flushed	30. Clammy/Sweating
31. Hot/feverish	32. Cold	33. Dizzy	34. Weakness	35. Fit/Convulsion
36. Anxious	37. Confused	38. Aggressive	39. Intoxicated	
40. Rash/spots	41. Where:			
42. Other (specify):				

INJURY (tick appropriate box/boxes):

43. Abrasion	44. Amputation	45. Fracture	46. Bruising	47. Burn
48. Concussion	49. Cut	50. Dislocation	51. Sprain	52. Foreign Body
Body Part				
53. Head/neck	54. Eye	55. Ear	56. Torso	57. Back
58. Arm	59. Hand	60. Finger	61. Leg	62. Foot/toe

OBSERVATIONS:	63. Pulse: / minute	64. Blood Pressure: mm/Hg
	65. Temperature:	66. Respiration: / minute
	67. Other observations:	

PATIENT'S MEDICAL HISTORY

	DETAILS
68. Had this problem before?	YES / NO
69. Taking any medication?	YES / NO
70. Any allergies?	YES / NO
71. Any recent illnesses or operations?	YES / NO
72. Currently pregnant	YES / NO If yes how many months?

CABIN CREW ACTION (circle or complete as indicated)

73. Oxygen given?	YES / NO	74. If yes, did patient's condition improve?	YES / NO
75. Medication given? (specify)			
76. Was own medication or from other passenger used? (specify)			
77. Defibrillator used?	YES / NO	78. If yes, were any shocks administered?	YES / NO
79. Other onboard medical equipment used (specify)			
80. Was Cardiopulmonary Resuscitative (CPR) performed?	YES / NO	81. Pulse restored? YES / NO	82. Respiration restored? YES / NO
			83. Consciousness regained? YES / NO
85. Use of ground medical control	YES / NO	Successful/unsuccessful	Comms used: SATCOM / HF / ACARS
86. Assistance of on-board Dr or Health Professional	YES / NO		Successful/unsuccessful
87. Attempt to contact company doctor:	YES / NO		Successful/unsuccessful
88. Port Health Authority advised:	YES / NO		
89. Further information/comments:			

OUTCOME (tick):

Diversion	<input type="checkbox"/>	Patient recovered before landing	<input type="checkbox"/>	Patient walked off aided/unaided	<input type="checkbox"/>
Patient left aircraft by wheelchair	<input type="checkbox"/>	Patient left aircraft by stretcher	<input type="checkbox"/>	Patient died on aircraft	<input type="checkbox"/>

Treatment:	None	<input type="checkbox"/>	First Aid	<input type="checkbox"/>	Ground medical	<input type="checkbox"/>	GP/Appointed Dr	<input type="checkbox"/>	Hospital	<input type="checkbox"/>
-------------------	------	--------------------------	-----------	--------------------------	----------------	--------------------------	-----------------	--------------------------	----------	--------------------------

Crew:	Fit to operate	<input type="checkbox"/>	Fit to fly as passenger	<input type="checkbox"/>	Remained in hotel / hospital	<input type="checkbox"/>
--------------	----------------	--------------------------	-------------------------	--------------------------	------------------------------	--------------------------

-----cut-off-portion-----

Transfer of Care to Ground Medical Services

Name of Casualty:		Date and time of onset:	
Brief Details of Incident:			
Oxygen given:	Yes	No	If yes, did condition improve?
Was casualty unconscious at any time?	Yes	No	
Defibrillator applied?	Yes	No	If yes, were any shocks given?
Medication Administered:			
Drug:	Dose:	Time (GMT)	
Any other treatment given:			
Crew Member name (CAPITALS):	Staff Number:	Signature:	

Fiche Médicale d'Urgence

A RENSEIGNER AVANT LE CONTACT AVEC LE SAMU DE PARIS

Renseignements concernant le vol			Renseignements concernant le patient	
Date :	N° de vol :		NOM :	Prénom :
Temps de vol restant :	Heure GMT :		Nationalité :	Age :
Présent à bord: MEDECIN	PARAMEDICAL		Sexe : M	F

Motif principal d'appel :	Heure de survenue de l'incident :
----------------------------------	-----------------------------------

Conscience	
Perte de conscience	Si reprise, durée de la perte de connaissance [] [] [] minutes
Réagit à la parole	à la douleur ne réagit pas
Convulsions	Durée :
Agitation	Comportement anormal
Paralysie	Localisation : Heure de survenue :

Respiration	
Difficulté respiratoire	Fréquence respiratoire [] [] /min
Toux	Oxymètre [] [] [] % SpO2

Cœur et état circulatoire			
Palpitations	Douleur thoracique	Arrêt Cardiaque	Fréquence cardiaque [] [] [] /min
Sueurs	Pâleur		Pression artérielle [] [] [] / [] [] [] mmHg

Général			
Glycémie [] [] [] mg/dl		Température [] [] [] °C	
Douleur	Localisation :	Irradiation :	Intensité :
Traumatisme	Localisation :	Nature :	
Saignement	Localisation :	Abondance :	
Brûlure :			
Intoxication :	Alcool	Médicament	Autre (préciser) :
Allergie	Démangeaisons		
Vomissements	Diarrhée		
Grossesse en cours	Date du terme :	Nombre de grossesses antérieures :	
Perte des eaux/saignement	Contractions	Fréquence : [] [] [] minutes	Durée : [] [] [] secondes

Antécédents du patient	
Médicaux :	
Chirurgicaux :	
Traitement en cours :	
A-t-il déjà présenté ce problème ?	Si oui, quel a été le diagnostic :

Prise en charge réalisée	
Allongé PLS	Pansement Immobilisation Oxygène Débit : [] [] l/min
Défibrillateur	Nombre de chocs délivrés : [] [] Durée estimée de la Réanimation [] [] [] min
Massage Cardiaque Externe	
Traitement réalisé (nature, dose) :	
Injections :	Intra musculaire Intra veineuse
ECG	

Evolution / Commentaires

GRILLE DE LECTURE D'UN DOCUMENT DE RECOMMANDATIONS

Titre et auteur de l'article: _____

Rev/Année/Vol/Pages _____

Thème de l'article : _____

Promcteur :

1. Contexte et objectifs

- | | OUI | Partiellement | NON |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| • Le contexte d'élaboration des recommandations est précisé | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • L'objectif des recommandations est précisé | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Les populations concernées par les recommandations sont précisées | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

2. Méthodologie

- | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| • La méthodologie employée pour l'élaboration des recommandations est clairement présentée | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Les critères de jugement des études qui ont servi à élaborer les recommandations sont explicités | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • L'argumentaire des recommandations est précisé | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

3. Les recommandations

- | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| • Les conclusions et recommandations correspondent aux informations analysées | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Les recommandations sont claires et précises | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Les recommandations sont adaptées à la pratique clinique quotidienne et aux cibles | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4. Un processus de validation est mentionné

- | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

Commentaires :

GRILLE DE LECTURE D'UN ARTICLE DIAGNOSTIQUE

Titre et auteur de l'article _____

Rev/Année/Vol/Pages _____

Thème de l'article :

- | | OUI | NON | ? |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Les objectifs sont clairement définis | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Méthodologie | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Le test étudié est comparé à un test de référence fiable et valide, déterminé <i>a priori</i> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • La méthode de sélection des patients est décrite | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • La fréquence de la maladie dans l'échantillon étudié correspond aux données épidémiologiques connues | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Le terme « normal » est défini | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Analyse des résultats | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Les résultats sont analysés en aveugle quand c'est possible | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Les caractéristiques diagnostiques du test sont calculées ou calculables (sensibilité, spécificité) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. L'utilité clinique du test est recherchée | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Commentaires :

GRILLE DE LECTURE D'UN ARTICLE EPIDEMIOLOGIQUE

Titre et auteur de l'article: _____

Rev/Année/Vol/Pages _____

Thème de l'article :

- | | OUI | NON | ? |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Les objectifs de l'étude sont clairement définis | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Méthodologie | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Les caractéristiques de la population sont décrites • Les critères d'inclusion et d'exclusion sont précisés et adéquats • Les qualités et les modalités de recueil des données sont précisées | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Analyse des résultats | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <ul style="list-style-type: none"> • L'analyse statistique est adaptée • Les facteurs de confusion et les biais sont pris en compte • Les résultats sont vérifiables à partir des données brutes | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Commentaires :

GRILLE DE LECTURE D'UN ARTICLE THERAPEUTIQUE

Titre et auteur de l'article: _____

Rev/Année/Vol/Pages _____

Thème de l'article :

- | | OUI | NON | ? |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Les objectifs sont clairement définis | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Méthodologie de l'étude | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <ul style="list-style-type: none"> • L'étude est comparative - /étude est prospective - /étude est randomisée | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Le calcul du nombre de patients a été fait a priori • La population de l'étude correspond à la population habituellement traitée • Toutes les variables cliniquement pertinentes sont prises en compte | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <ul style="list-style-type: none"> • L'analyse statistique est adaptée • L'analyse est faite en intention de traiter | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Les résultats sont cohérents avec l'objectif de l'étude et tiennent compte d'éventuels effets secondaires | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Applicabilité clinique | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <ul style="list-style-type: none"> • La signification clinique est donnée • Les modalités de traitement sont applicables en routine | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Commentaires :

GRILLE DE LECTURE DES REVUES DE SYNTHÈSE

Titre et auteur de l'article: _____

Rev/Année/Vol/Pages _____

Thème de l'article :

	Totalement	Partiellement	Pas du tout
1. Les objectifs de la revue de synthèse sont clairement exposés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Méthodologie			
<i>2.1. Procédures de sélection</i>			
L'auteur décrit ses sources de données	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les critères de sélection des études sont pertinents	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les critères d'inclusion et d'exclusion des articles sont décrits	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les études non publiées sont prises en compte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>2.2. Méthode d'analyse</i>			
Les modalités de la lecture critique sont précisées (lecteurs, grille de lecture...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L'auteur présente la méthode utilisée pour réaliser la synthèse des résultats	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Résultats			
L'auteur décrit les résultats	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L'auteur commente la validité des études choisies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ses conclusions s'appuient sur des données fiables dont les sources sont citées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Applicabilité clinique			
La revue de synthèse permet de répondre en pratique à la question posée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Commentaires :

**Niveau de preuve scientifique apporté par une étude
selon la force de protocole
(adapté du score utilisé par l'American College of Chest Physicians)**

Niveau 1	Essais contrôlés randomisés avec résultats indiscutables (méthodologiquement)
Niveau 2	Essais contrôlés non randomisés bien conduits
Niveau 3	Essais prospectifs non contrôlés bien menés (suivi de cohorte par exemple)
Niveau 4	Études cas-témoins : essais contrôlés présentant des biais
Niveau 5	Études rétrospectives et cas cliniques (série de malades) Toute étude fortement biaisée

ANAES / Service Recommandations Professionnelles / Janvier 2000
- 55 -

**Niveau de preuve scientifique de la littérature et force des recommandations
(adapté du score de Sackett)**

Niveau de preuve scientifique de la littérature	Force des recommandations
Niveau 1 - Essais comparatifs randomisés de grande puissance (risques alpha et bêta faibles) - Méta-analyses	Grade A
Niveau 2 - Essais comparatifs randomisés peu puissants (risques alpha et bêta élevés)	Grade B
Niveau 3 - Essais comparatifs contemporains non randomisés - Etudes de cohorte Niveau 4 - Essais comparatifs avec série historique Niveau 5 - Séries de cas	Grade C

ANAES / Service Recommandations Professionnelles / Janvier 2000
- 57 -

Serment d'Hippocrate

En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent, et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses, que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

Incidence and means of prevention of cardiovascular diseases during air transport:

A review of literature

Abstract :

Introduction : The increase in life expectancy, associated with an easier access to air transport, will probably lead to an increase in the number of passengers travelling with underlying health problems in the near future. The objective of this study is to determine the incidence of cardiovascular diseases during a flight and their means of prevention.

Materials and methods: We performed a review of literature, selecting relevant articles between January 1980 and February 2013 from scientific databases. Their validity was determined based on the analysis guide from the Haute Autorité de Santé.

Results: in-flight cardiovascular incidents are the second cause of incidents occurring on-board, and are the principle cause of diversion. In the current state of knowledge, the risk of developing myocardial infarction on-board remains very moderate, even among the coronary elderly people. There is a significant increase in arrhythmias associated with hypoxia, proportionally to the altitude, but no study has highlighted the link between arrhythmias and in-flight deaths. Hypoxia at rest, on a short-term basis, induces no significant deleterious effect in patients with stable and treated heart failure. The risk of thromboembolic events associated with air travel is well established. However, no specific risk factors have been identified yet. It means that the prophylactic strategy to implement should be based on the combination of two factors: the journey, specially its duration, and the patient, and his own risk of thromboembolism. Lastly, the risks associated with medical evacuation are, in most cases, under control, and the benefit of medical care in the aftermath justifies the interest of this mean of transport.

Conclusion: Through this work, we have shown the low level of evidence in current recommendations. Further studies should be conducted to improve the prevention and care of in-flight cardiovascular incidents.

Discipline: general medicine

Keywords: Cardiovascular diseases, Air transport, In-flight emergency, pre-flight consultation.

Université de Limoges - Faculté de Médecine

Incidence et moyens de prévention des pathologies cardiovasculaires au cours du transport aérien :

Une revue de la littérature

Résumé :

Introduction: L'augmentation de l'espérance de vie, associée à un accès plus facile au transport aérien, va probablement conduire à une augmentation du nombre de passagers voyageant avec des problèmes de santé sous-jacents dans un proche avenir. L'objectif de cette étude est de connaître l'incidence des pathologies cardiovasculaires au cours d'un vol en avion et leurs moyens de prévention.

Matériel et méthode: Nous avons réalisé une revue de la littérature en sélectionnant les articles pertinents entre janvier 1980 et février 2013 à partir de bases de données scientifiques. Leur validité s'est appuyée sur le guide d'analyse de la Haute Autorité de Santé.

Résultats: Les incidents cardiovasculaires sont la deuxième cause d'incident survenant à bord d'un avion de ligne et la première cause de déroutement. En l'état actuel des connaissances, le risque de survenue d'infarctus du myocarde en vol reste très modéré, même chez le sujet âgé coronarien. L'hypoxie entraîne une augmentation significative des troubles du rythme de manière proportionnelle à l'altitude, mais aucun lien de causalité n'a été mis en évidence entre trouble du rythme et décès en vol. Au repos, aucun effet délétère significatif sur une courte durée n'est constaté chez les patients ayant une insuffisance cardiaque stable et traitée. Le risque d'accident thromboembolique lié aux voyages en avion est bien établi. Cependant, aucun facteur de risque spécifique n'a été identifié à ce jour. Il en résulte que la stratégie prophylactique doit reposer sur la combinaison de deux facteurs: le voyage, en particulier sa durée, et le patient, et son risque thromboembolique intrinsèque. Enfin, les risques liés au transport sanitaire sont dans la majorité des cas contrôlables et le bénéfice de la prise en charge médicale dans les suites justifie l'intérêt de ce mode de transport.

Conclusion: Au travers de ce travail, nous avons mis en évidence un faible niveau de preuve des recommandations actuelles. Des études ultérieures doivent être menées afin d'améliorer la prévention et la prise en charge des incidents cardiovasculaires à bord d'un avion de ligne.

Discipline: Médecine générale

Mots-clés: Pathologies cardiovasculaires, Transport aérien, Urgences à bord d'un avion de ligne, Consultation pré-vol.

Université de Limoges - Faculté de Médecine