



HAL
open science

Recommandations de prophylaxie de la maladie thrombo-embolique veineuse chez l'adulte au cours des vols long-courriers : revue de la littérature

Boyot Flavien

► To cite this version:

Boyot Flavien. Recommandations de prophylaxie de la maladie thrombo-embolique veineuse chez l'adulte au cours des vols long-courriers : revue de la littérature. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03854253

HAL Id: dumas-03854253

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03854253>

Submitted on 15 Nov 2022

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

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

UFR DE SANTE ROUEN NORMANDIE

Année 2022

N°

**THESE POUR LE
DOCTORAT EN MÉDECINE**

Diplôme d'État de Médecine Générale

Par

BOYOT Flavien

Né le 20/06/1990 à DIEPPE

Présentée et soutenue publiquement le mardi 25 octobre 2022

**Recommandations de prophylaxie de la maladie
thrombo-embolique veineuse chez l'adulte au
cours des vols long-courriers :
Revue de la littérature**

PRESIDENT DU JURY : Professeur Franck DUJARDIN

DIRECTEUR DE THESE : Docteur Gérard DUBOIS

MEMBRES DU JURY : Professeur Yveline SEVRIN

Docteur Laëtitia BOURDON

ANNEE UNIVERSITAIRE 2021 - 2022

U.F.R. SANTÉ DE ROUEN

DOYEN : **Professeur Benoît VEBER**

ASSESEURS : **Professeur Loïc FAVENNEC**
Professeur Agnès LIARD
Professeur Guillaume SAVOYE

I - MEDECINE

PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

Mr Frédéric ANSELME	HCN	Cardiologie
Mme Gisèle APTER	Havre	Pédopsychiatrie
Mme Isabelle AUQUIT AUCKBUR	HCN	Chirurgie plastique
Mr Jean-Marc BASTE	HCN	Chirurgie Thoracique
Mr Fabrice BAUER	HCN	Cardiologie
Mme Soumeya BEKRI	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mr Ygal BENHAMOU	HCN	Médecine interne
Mr Jacques BENICHOU	HCN	Bio statistiques et informatique médicale
Mr Olivier BOYER	UFR	Immunologie
Mme Valérie BRIDOUX HUYBRECHTS	HCN	Chirurgie Vasculaire
Mme Sophie CANDON	HCN	Immunologie
Mr François CARON	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
Mr Philippe CHASSAGNE	HCN	Médecine interne (gériatrie)
Mr Florian CLATOT	CB	Cancérologie – Radiothérapie
Mr Moïse COEFFIER	HCN	Nutrition
Mr Vincent COMPERE	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
Mr Jean-Nicolas CORNU	HCN	Urologie
Mr Antoine CUVELIER	HB	Pneumologie
Mr Jean-Nicolas DACHER	HCN	Radiologie et imagerie médicale
Mr Stéfan DARMONI	HCN	Informatique médicale et techniques de communication

Mr Pierre DECHELOTTE	HCN	Nutrition
Mr Stéphane DERREY	HCN	Neurochirurgie
Mr Frédéric DI FIORE	CHB	Cancérologie
Mr Fabien DOGUET (<i>disponibilité</i>)	HCN	Chirurgie Cardio Vasculaire
Mr Jean DOUCET	SJ	Thérapeutique - Médecine interne et gériatrie
Mr Bernard DUBRAY	CHB	Radiothérapie
Mr Frank DUJARDIN	HCN	Chirurgie orthopédique - Traumatologique
Mr Fabrice DUPARC	HCN	Anatomie - Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mr Eric DURAND	HCN	Cardiologie
Mr Bertrand DUREUIL	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
Mme Hélène ELTCHANINOFF	HCN	Cardiologie
Mr Manuel ETIENNE	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
Mr Jean François GEHANNO	HCN	Médecine et santé au travail
Mr Emmanuel GERARDIN	HCN	Imagerie médicale
Mme Priscille GERARDIN	HCN	Pédopsychiatrie
M. Guillaume GOURCEROL	HCN	Physiologie
Mr Dominique GUERROT	HCN	Néphrologie
Mme Julie GUEUDRY	HCN	Ophtalmologie
Mr Olivier GUILLIN	HCN	Psychiatrie Adultes
Mr Claude HOUDAYER	HCN	Génétique
Mr Fabrice JARDIN	CHB	Hématologie
Mr Luc-Marie JOLY	HCN	Médecine d'urgence
Mr Pascal JOLY	HCN	Dermato – Vénérologie
Mme Bouchra LAMIA	Havre	Pneumologie
Mr Vincent LAUDENBACH	HCN	Anesthésie et réanimation chirurgicale
Mr Hervé LEFEBVRE	HB	Endocrinologie et maladies métaboliques
Mr Thierry LEQUERRE	HCN	Rhumatologie
Mme Anne-Marie LEROI	HCN	Physiologie
Mr Hervé LEVESQUE	HCN	Médecine interne
Mme Agnès LIARD-ZMUDA	HCN	Chirurgie Infantile
Mr Pierre Yves LITZLER	HCN	Chirurgie cardiaque
M. David MALTETE	HCN	Neurologie
Mr Christophe MARGUET	HCN	Pédiatrie
Mme Isabelle MARIE	HCN	Médecine interne
Mr Jean-Paul MARIE	HCN	Oto-rhino-laryngologie
Mr Loïc MARPEAU	HCN	Gynécologie - Obstétrique

Mr Stéphane MARRET	HCN	Pédiatrie
Mme Véronique MERLE	HCN	Epidémiologie
Mr Pierre MICHEL	HCN	Hépto-gastro-entérologie
M. Benoit MISSET (<i>détachement</i>)	HCN	Réanimation Médicale
Mr Marc MURAINÉ	HCN	Ophtalmologie
Mr Gaël NICOLAS	UFR	Génétique
Mr Christian PFISTER	HCN	Urologie
Mr Jean-Christophe PLANTIER	HCN	Bactériologie - Virologie
Mr Didier PLISSONNIER	HCN	Chirurgie vasculaire
Mr Gaëtan PREVOST	HCN	Endocrinologie
Mr Jean-Christophe RICHARD (<i>détachement</i>)	HCN	Réanimation médicale - Médecine d'urgence
Mr Vincent RICHARD	UFR	Pharmacologie
Mme Nathalie RIVES	HCN	Biologie du développement et de la reproduction
Mr Horace ROMAN (<i>détachement</i>)	HCN	Gynécologie - Obstétrique
Mr Jean-Christophe SABOURIN	HCN	Anatomie – Pathologie
Mr Mathieu SALAUN	HCN	Pneumologie
Mr Guillaume SAVOYE	HCN	Hépto-gastro-entérologie
Mme Céline SAVOYE-COLLET	HCN	Imagerie médicale
Mme Pascale SCHNEIDER	HCN	Pédiatrie
Mr Lilian SCHWARZ	HCN	Chirurgie Viscérale et Digestive
Mr Michel SCOTTE	HCN	Chirurgie digestive
Mme Fabienne TAMION	HCN	Réanimation médicale
Mr Luc THIBERVILLE	HCN	Pneumologie
M. Gilles TOURNEL	HCN	Médecine Légale
Mr Olivier TROST	HCN	Anatomie -Chirurgie Maxillo-Faciale
Mr Jean-Jacques TUECH	HCN	Chirurgie digestive
Mr Benoît VEBER	HCN	Anesthésiologie - Réanimation chirurgicale
Mr Pierre VERA	CHB	Biophysique et traitement de l'image
Mr Eric VERIN	Les Herbiers	Médecine Physique et de Réadaptation
Mr Eric VERSPYCK	HCN	Gynécologie obstétrique
Mr Olivier VITTECOQ	HC	Rhumatologie
Mr David WALLON	HCN	Neurologie
Mme Marie-Laure WELTER	HCN	Physiologie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

Mme Najate ACHAMRAH	HCN	Nutrition
Mme Elodie ALESSANDRI-GRADT	HCN	Virologie
Mme Noëlle BARBIER-FREBOURG	HCN	Bactériologie – Virologie
Mr Emmanuel BESNIER	HCN	Anesthésiologie - Réanimation
Mme Carole BRASSE LAGNEL	HCN	Biochimie
Mr Gérard BUCHONNET	HCN	Hématologie
Mme Mireille CASTANET	HCN	Pédiatrie
Mme Nathalie CHASTAN	HCN	Neurophysiologie
Mr Damien COSTA	HCN	Parasitologie
Me Pierre DECAZES	CB	Médecine Nucléaire
M. Vianney GILARD	HCN	Neurochirurgie
Mr Serge JACQUOT	UFR	Immunologie
Mr Joël LADNER	HCN	Epidémiologie, économie de la santé
Mr Jean-Baptiste LATOUCHE	UFR	Biologie cellulaire
M. Florent MARGUET	HCN	Histologie
Mme Chloé MELCHIOR	HCN	Hépto-gastro-entérologie
M. Sébastien MIRANDA	HCN	Médecine Vasculaire
Mr Thomas MOUREZ (<i>détachement</i>)	HCN	Virologie
Mme Muriel QUILLARD	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mme Laëtitia ROLLIN	HCN	Médecine du Travail
Mme Pascale SAUGIER-VEBER	HCN	Génétique
M. Abdellah TEBANI	HCN	Biochimie et Biologie Moléculaire
Mme Anne-Claire TOBENAS-DUJARDIN	HCN	Anatomie
Mr Julien WILS	HCN	Pharmacologie

PROFESSEUR AGREGE OU CERTIFIE

Mr Thierry WABLE	UFR	Communication
Mme Mélanie AUVRAY-HAMEL	UFR	Anglais

ATTACHE TEMPORAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE à MI-TEMPS

Mme Justine SAULNIER	UFR	Biologie
-----------------------------	-----	----------

II – PHARMACIE

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mr Jérémy BELLIEN (PU-PH)	Pharmacologie
Mr Thierry BESSON	Chimie Thérapeutique
Mr Jean COSTENTIN (Professeur émérite)	Pharmacologie
Mme Isabelle DUBUS	Biochimie
Mr Abdelhakim EL OMRI	Pharmacognosie
Mr François ESTOUR	Chimie Organique
Mr Loïc FAVENNEC (PU-PH)	Parasitologie
Mr Jean Pierre GOULLE (Professeur émérite)	Toxicologie
Mme Christelle MONTEIL	Toxicologie
Mme Martine PESTEL-CARON (PU-PH)	Microbiologie
Mr Rémi VARIN (PU-PH)	Pharmacie clinique
Mr Jean-Marie VAUGEOIS	Pharmacologie
Mr Philippe VERITE	Chimie analytique

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Mme Margueritta AL ZALLOUHA	Toxicologie
Mme Cécile BARBOT	Chimie Générale et Minérale
Mr Frédéric BOUNOURE	Pharmacie Galénique
Mr Thomas CASTANHEIRO MATIAS	Chimie Organique
Mr Abdeslam CHAGRAOUI	Physiologie
Mme Camille CHARBONNIER (LE CLEZIO)	Statistiques
Mme Elizabeth CHOSSON	Botanique
Mme Marie Catherine CONCE-CHEMTOB	Législation pharmaceutique et économie de la santé
Mme Cécile CORBIERE	Biochimie
Mme Nathalie DOURMAP	Pharmacologie
Mme Isabelle DUBUC	Pharmacologie
Mme Dominique DUTERTE- BOUCHER	Pharmacologie
Mr Gilles GARGALA (MCU-PH)	Parasitologie
Mme Nejla EL GHARBI-HAMZA	Chimie analytique
Mr Chervin HASSEL	Biochimie et Biologie Moléculaire
Mme Maryline LECOINTRE	Physiologie

Mme Hong LU	Biologie
Mme Marine MALLETER	Biologie Cellulaire
M. Jérémie MARTINET (MCU-PH)	Immunologie
M. Romy RAZAKANDRAINIBÉ	Parasitologie
Mme Tiphaine ROGEZ-FLORENT	Chimie analytique
Mr Mohamed SKIBA	Pharmacie galénique
Mme Malika SKIBA	Pharmacie galénique
Mme Christine THARASSE	Chimie thérapeutique

PROFESSEURS ASSOCIES

Mme Cécile GUERARD-DETUNCQ	Pharmacie officinale
Mme Caroline BERTOUX	Pharmacie

PAU-PH

M. Mikaël DAOUPHARS
M. Pierre BOHN

PAU

M. Damien SALAUZE

PROFESSEUR CERTIFIE

Mme Mathilde GUERIN	Anglais
----------------------------	---------

ASSISTANTS HOSPITALO-UNIVERSITAIRES

M. Eric BARAT	Pharmacie
M. Guillaume FEUGRAY	Biochimie Générale
M. Henri GONDÉ	Pharmacie
M. Paul BILLOIR	Hématologie
M. Romain LEGUILLON	Pharmacie
M. Thomas DUFLOT	Pharmacologie
Mme Alice MOISAN	Virologie

ATTACHES TEMPORAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

Mme Chaïma EZZINE	Pharmacologie
M. Abdelmounaim MOUHAJIR	Parasitologie

M. Olivier **PERRUCHON**

Pharmacognosie

ATTACHE TEMPORAIRE D'ENSEIGNEMENT

M. Maxime **GRAND**

Bactériologie

<p>LISTE DES RESPONSABLES DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES</p>
--

Mme Cécile **BARBOT**

Chimie Générale et minérale

Mr Thierry **BESSON**

Chimie thérapeutique

Mr Abdeslam **CHAGRAOUI**

Physiologie

Mme Elisabeth **CHOSSON**

Botanique

Mme Marie-Catherine **CONCE-CHEMTOB** Législation et économie de la santé

Mme Isabelle **DUBUS**

Biochimie

Mr Abdelhakim **EL OMRI**

Pharmacognosie

Mr François **ESTOUR**

Chimie organique

Mr Loïc **FAVENNEC**

Parasitologie

Mr Michel **GUERBET**

Toxicologie

Mme Martine **PESTEL-CARON**

Microbiologie

Mr Mohamed **SKIBA**

Pharmacie galénique

Mr Rémi **VARIN**

Pharmacie clinique

M. Jean-Marie **VAUGEOIS**

Pharmacologie

Mr Philippe **VERITE**

Chimie analytique

III – MEDECINE GENERALE

PROFESSEUR MEDECINE GENERALE

Mr Jean-Loup **HERMIL** (PU-MG) UFR Médecine générale

MAITRE DE CONFERENCE MEDECINE GENERALE

Mr Matthieu **SCHUERS** (MCU-MG) UFR Médecine générale

PROFESSEURS ASSOCIES A MI-TEMPS – MEDECINS GENERALISTE

Mr Pascal **BOULET** UFR Médecine générale

Mr Emmanuel **LEFEBVRE** UFR Médecine Générale

Mme Elisabeth **MAUVIARD** UFR Médecine générale

Mme Yveline **SEVRIN** UFR Médecine générale

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE A MI-TEMPS – MEDECINS GENERALISTES

Mr Julien **BOUDIER** UFR Médecine Générale

Mme Laëtitia **BOURDON** UFR Médecine Générale

Mme Elsa **FAGOT-GRIFFIN** UFR Médecine Générale

Mr Emmanuel **HAZARD** UFR Médecine Générale

ENSEIGNANTS MONO-APPARTENANTS

PROFESSEURS

Mr Paul **MULDER** (phar) Sciences du Médicament
Mme Su **RUAN** (med) Génie Informatique

MAITRES DE CONFERENCES

Mr Sahil **ADRIOUCH** (med) Biochimie et biologie moléculaire (Unité Inserm 905)
Mr Jonathan **BRETON** (med) Nutrition
Mme Gaëlle **BOUGEARD-DENOYELLE** (med) Biochimie et biologie moléculaire (UMR 1079)
Mme Carine **CLEREN** (med) Neurosciences (Néovasc)
M. Sylvain **FRAINEAU** (med) Physiologie (Inserm U 1096)
Mme Pascaline **GAILDRAT** (med) Génétique moléculaire humaine (UMR 1079)
Mr Nicolas **GUEROUT** (med) Chirurgie Expérimentale
Mme Rachel **LETELLIER** (med) Physiologie
Mr Antoine **OUVRARD-PASCAUD** (med) Physiologie (Unité Inserm 1076)
Mr Frédéric **PASQUET** Sciences du langage, orthophonie
Mme Anne-Sophie **PEZZINO** Orthophonie
Mme Christine **RONDANINO** (med) Physiologie de la reproduction
Mr Youssan Var **TAN** Immunologie
Mme Isabelle **TOURNIER** (med) Biochimie (UMR 1079)

DIRECTEUR ADMINISTRATIF : M. Jean-Sébastien VALET

HCN - Hôpital Charles Nicolle

HB - Hôpital de BOIS GUILLAUME

CB - Centre Henri Becquerel

CHS - Centre Hospitalier Spécialisé du Rouvray

CRMPR - Centre Régional de Médecine Physique et de Réadaptation

SJ - Saint Julien Rouen

Par délibération en date du 3 mars 1967, la faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbations.

Remerciements

Aux membres du jury,

A monsieur le Pr Franck DUJARDIN, vous me faites l'honneur de présider mon jury de thèse. Veuillez trouver ici ma plus grande reconnaissance et mon profond respect.

A madame le Pr Yveline SEVRIN, vous me faites l'honneur d'accepter de juger cette thèse. Veuillez trouver ici ma plus grande reconnaissance et mon profond respect.

A madame le Dr Laëticia BOURDON, vous me faites l'honneur d'accepter de juger cette thèse. Veuillez trouver ici ma plus grande reconnaissance et mon profond respect.

A monsieur le Dr Gérard DUBOIS. Vous m'avez fait l'honneur de m'enseigner la médecine générale et d'être mon directeur de thèse. Malgré un planning très chargé vous avez su être présent. Merci pour tous vos conseils, votre réactivité et le temps consacré à cette thèse. Veuillez trouver ici ma plus grande reconnaissance et mon profond respect.

A ma famille,

A mes parents, pour leur soutien durant la rédaction de cette thèse.

A ma sœur et mon beau-frère.

A ma compagne pour son soutien durant la rédaction de cette thèse.

A ma belle-famille.

A mon fils, Lucien, pour tous les merveilleux moments que tu peux nous offrir.

Au parrain de mon fils, pour son soutien durant la rédaction de cette thèse.

A tous les médecins et co-internes qui m'ont permis de progresser durant mon internat.

Table des matières

1.	Introduction.....	15
2.	Généralités et contextualisation	15
2.1.	La maladie thrombo-embolique au cours des voyages aériens.....	15
2.1.1.	Historique.....	15
2.1.2.	Epidémiologie.....	16
2.1.3.	Hypothèses physiopathologiques	17
2.2.	Transport aérien.....	19
3.	Méthode et matériel	20
3.1.	Sources d'informations	20
3.2.	Critères d'inclusion et d'exclusion.....	21
3.3.	Sélection des études.....	21
4.	Résultats.....	22
4.1.	Diagramme de flux	22
4.2.	Sélection des articles.....	22
4.3.	Synthèse des résultats.....	23
4.3.1.	Origine des publications	23
4.3.2.	Définition du vol long-courrier	23
4.3.3.	Facteurs de risque	23
4.3.4.	Stratégies prophylactiques en population générale	25
4.3.5.	Stratégies prophylactiques chez les femmes enceintes.....	27
4.3.6.	Niveaux de preuve des références	28
4.3.7.	Résumé des articles sélectionnés.....	29
5.	Discussion.....	35
5.1.	Avantages, limites de la méthode et des références retenues.....	35
5.2.	Validité des recommandations.....	36
5.2.1.	Mesures comportementales	36
5.2.2.	Mesures physiques.....	36
5.2.3.	Mesures pharmacologiques	37
5.2.4.	Durée du vol	38
5.2.5.	Facteurs de risque liés au voyageur	39
5.3.	Protocole proposée pour la réduction du risque de thrombo-embolie.....	40
5.3.1.	Préparation au voyage en avion.....	40
5.3.2.	Pendant le vol.....	43
5.3.3.	Après le vol	44
6.	Conclusion	45

Liste des abréviations

ACCP : American College of Chest Physicians

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

AOD : Anticoagulants Oraux à action Directe

ASH : American Society of Hematology

AVK : Anti-Vitamine K

BEH : Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire

BSH : British Society for Haematology

DCI : Dénomination Commune Internationale

EMC : Encyclopédie Médico-Chirurgicale

EP : Embolie Pulmonaire

HAIRD : Hybrid AIRcraft seating requirement specification and Design

HBPM : Héparines de Bas Poids Moléculaires

IMC : Indice de Masse Corporel

INR : International Normalized Ratio

JTM : Journal of Travel Medicine

MTEV : Maladie Thrombo-Embolique Veineuse

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

RCOG : Royal College of Obstetricians and Gynaecologists

SaMJ : Saudi Medical Journal

TVP : Thrombose Veineuse Profonde

1. Introduction

Le 30 septembre 2000, Aéroport de Sydney Emma Christoffersen, 28 ans, s'installe dans le jumbo de Qantas (annexe 1) qui la ramène à Heathrow (1). Emma revoit ces moments admirables de ces trois dernières semaines où tous ces sportifs donnaient le meilleur d'eux-mêmes aux JO de Sydney. Emma va profiter de ce long-courrier parcourant pratiquement 20.000km (annexe 2) pour se reposer installée dans son siège : il ne lui restera plus qu'à penser à son futur mariage. Arrivée à destination, Emma sort de l'avion après un vol sans problème. Elle arrive dans le hall des arrivées où elle s'effondre brutalement. Les secours interviennent rapidement mais Emma décédera avant d'arriver à l'hôpital. Mais que s'est-il passé ? L'examen post mortem a révélé qu'Emma est décédée d'une embolie pulmonaire. Cette mort était-elle évitable ? Emma n'avait aucun facteur de risque particulier identifié.

Même si le lien entre vol prolongé et thrombose a longtemps été discuté, de nombreuses études récentes tendent à prouver qu'il existe. L'année 2021 a été marquée par une reprise du trafic aérien international avec une hausse du nombre de voyageurs suite à la diminution de 2020 en raison de la pandémie de COVID-19. L'année 2022 est, elle aussi, annoncée en hausse. La question de la thromboprophylaxie pour les vols long-courriers reste donc d'actualité.

Les conseils sont demandés par les voyageurs majoritairement au médecin traitant (2). Le médecin généraliste se retrouve donc en première ligne afin de sensibiliser les patients à ce risque ainsi que pour proposer une prophylaxie. Quelles sont les recommandations actuelles que le médecin généraliste peut proposer pour des patients qui vont effectuer des vols long-courriers pour réduire ce risque thrombo-embolique ? Quels en sont les facteurs de risques ?

C'est au travers d'une analyse systématique de la littérature que cette étude propose de répondre à ces questions pour élaborer un protocole afin de réduire le risque thrombo-embolique chez l'adulte au cours des voyages aériens long-courrier.

2. Généralités et contextualisation

2.1. La maladie thrombo-embolique au cours des voyages aériens

La maladie thrombo-embolique veineuse (MTEV) est composée de deux manifestations cliniques : la thrombose veineuse profonde (TVP) ou phlébite et l'embolie pulmonaire (EP).

2.1.1. Historique

Simpson a constaté en 1940, lors des bombardements de Londres, une nette augmentation des EP comme cause de mort lors des autopsies. Dans 21 cas sur 24, les patients étaient dans un abri anti bombardements ou venaient d'en sortir après y avoir passé plusieurs heures assis (3). C'est en 1954 que Homans évoque pour la première fois le lien possible entre station assise prolongée et MTEV dans une série de 5 cas (4).

En 1977, Symington et Stack font le lien entre vols long courrier avec station assise prolongée et augmentation du risque de thrombo-embolie veineuse. Ils introduisent le terme syndrome de la « classe économique » après avoir identifié 8 patients, d'une cohorte de 182, ayant développé une EP après avoir voyagé en classe économique (5). Ce terme sera repris en 1988 par Cruickshank *et al* dans une série de 3 cas (6). Cependant le terme thrombose du voyageur semble plus adapté (7) que celui de « syndrome de la classe économique » qui sous-entend que le risque n'existerait pas en classe affaire. Ceci n'a pas été confirmé (8). Le président Nixon qui avait fait une phlébite grave ayant nécessité une opération alors qu'il voyageait à bord d'*Air Force One* illustre parfaitement la dénomination de thrombose du voyageur plus que celui du syndrome de la classe économique (9). Le risque est également présent avec d'autres moyens de transport nécessitant la station assise prolongée, comme la voiture ou le train (10).

2.1.2. Epidémiologie

Une méta analyse de 2009 portant sur 14 études (11 cas-témoins, 2 de cohorte et 1 cas croisé) a évalué l'augmentation globale du risque relatif de MTEV au cours des voyages par 2.8 (IC à 95% : 2.2 – 3.7). Le risque augmente de 26% toutes les 2h ($p=0.005$) après 4h de vol (11). Ce risque est aussi plus important par rapport aux autres modes de transport.

Les études sur le sujet sont hétérogènes. En utilisant le dépistage systématique des voyageurs par échographie doppler, Scurr *et al* ont trouvé une fréquence de 10% (IC à 95% : 4.8% - 16%) de TVP asymptomatiques. Cependant, il faut nuancer ces résultats car d'après les auteurs, moins de 50% des TVP deviendront symptomatiques et très peu aboutiront à une EP (12).

Les études portant sur les manifestations symptomatiques ont logiquement trouvé des résultats moindres, les manifestations asymptomatiques étant plus fréquentes que les manifestations symptomatiques. Lapostolle *et al* (13) ont publié une étude portant sur 135 millions de passagers de l'aéroport Charles de Gaulle sur une période de 7 ans. Ils ont trouvé une fréquence d'EP de 0.4 cas par million de passagers tous vols confondus. Cette fréquence augmentait avec la durée du voyage. Pour les vols de moins de 5000 km la fréquence était de 0.11 (IC à 95% : 0.01 - 0.71) cas par million alors qu'elle atteignait 4.77 (IC à 95% : 2.66 - 8.41) cas par million pour un trajet de plus de 10.000km. Ces fréquences sont probablement sous estimées car les auteurs ne tenaient pas compte des TVP, des EP non graves ou même des EP se déclarant les jours suivant le vol.

Pérez-Rodriguez *et al* (14) ont trouvé un risque similaire de 0,39 cas par million de passagers (IC à 95% : 0,20 - 0,58). Ils ont aussi conclu que l'augmentation du risque était proportionnelle à la durée du vol. Les fréquences sont probablement là aussi sous-estimées pour les mêmes raisons que précédemment.

Dans une méta-analyse (15), les auteurs ont estimé le risque absolu de thrombose veineuse symptomatique dans les 4 semaines suivant un trajet de plus de 4h à 1 sur 4600 vols.

Les femmes seraient plus sujettes à faire des EP au cours des vols long-courrier. Une étude portant sur 540.734 questionnaires à l'aéroport de Papeete a trouvé un risque de 0,61 (IC à 95% : 0,61 - 0,61) cas par million chez les femmes et de 0,2 (IC à 95% : 0,20 - 0,20) cas par million chez les hommes (16). Les hypothèses avancées pour expliquer cette différence sont :
-La différence de taille : les femmes étant en moyenne plus petite que les hommes, leurs

mollets sont plus fréquemment en contact prolongé avec le siège altérant le retour veineux des membres inférieurs.

-Les varices plus fréquentes chez les femmes.

-Les femmes osant moins se lever de peur de déranger, limitant leurs déplacements pendant le vol.

Les auteurs n'évoquaient pas la prise de contraception orale ni la grossesse comme hypothèse pouvant expliquer la différence de risque de thrombo-embolie entre hommes et femmes. Pourtant dans la population générale, les femmes en âge de procréer ont un risque plus élevé de thrombo-embolie que les hommes à âge égal. Cette différence s'explique généralement par l'utilisation de contraceptifs oraux ou par la grossesse. Ce risque s'inverse après 45 ans (17).

Concernant les femmes enceintes, l'étude MEGA a trouvé un risque de thrombose veineuse augmenté de 4.6 (IC à 95% : 2.7 – 7.8) pendant la grossesse. Le risque augmentait de 60.1 (IC à 95% : 26,5 - 135,9) pendant les 3 mois suivant l'accouchement. Le risque était le plus important au troisième trimestre (8.8 [IC à 95% : 4.5 – 17.3]) et 6 semaines après l'accouchement (84 [IC à 95% : 31.7 – 222.6]) (18). Il existe peu d'études concernant le risque des femmes enceintes prenant l'avion. Karsanji *et al* (19) ont calculé un risque lissé sur toute la durée de la grossesse à 1.7 pour 1000 grossesses. En prenant en compte que les femmes ne peuvent pas prendre l'avion après 36 semaines pour les grossesses monofoétales, ce qui est d'usage pour la majorité des compagnies aériennes, le risque calculé était de 0.4 pour 1000 grossesses. Ce risque a été calculé sur un effet multiplicatif. Cependant le risque multiplicatif n'est qu'une hypothèse, le risque est peut-être uniquement additif ou il n'existe peut-être pas d'effet combiné. Kuipers *et al* (20) ont trouvé un risque de 2.6 (IC à 95% : 1.1 - 6) chez la femme enceinte sans autres facteurs de risque prenant l'avion et un risque de 14.3 (IC à 95% : 1.7 - 121) si un ou plusieurs autres facteurs de risque étaient associés (chirurgie récente, immobilité prolongée, post-partum, contraception orale, hormonothérapie substitutive, cancer actif). Il faut cependant nuancer ces résultats qui n'étaient basés que sur respectivement 9 et 1 cas.

2.1.3. Hypothèses physiopathologiques

Le professeur Virchow décrit en 1856 la triade qui porte son nom pour expliquer le développement des thromboses : stase veineuse, lésion pariétale et hypercoagulabilité (21). Cette triade peut être appliquée au voyageur lors de trajets en avion. La stase veineuse est provoquée par la compression de la veine poplitée, l'immobilisation prolongée et une diminution de la mobilisation des muscles du mollet (diminution du flux et de la vidange). La lésion pariétale peut s'expliquer par l'altération de l'endothélium vasculaire sur le bord du siège. L'hypercoagulabilité est liée aux troubles de la coagulation que certains voyageurs présentent.

Chez les femmes enceintes, le risque est encore plus élevé en raison de changements physiologiques. La progestérone va induire une vasodilatation qui va favoriser la stase veineuse. L'utérus gravide va provoquer une compression de la veine pelvienne ainsi qu'une compression pulsatile de la veine iliaque gauche par l'artère iliaque droite ce qui va entraîner un ralentissement du flux sanguin. De plus, au cours de la grossesse le système de l'hémostase est progressivement activé en prévision de l'accouchement augmentant le risque de thrombose (22). La grossesse s'accompagne d'un état d'hypercoagulabilité dû à une

augmentation des facteurs de la coagulation et une diminution de la fibrinolyse et des inhibiteurs de la coagulation (figure 1) (22). Pendant l'accouchement, des lésions endothéliales apparaissent.

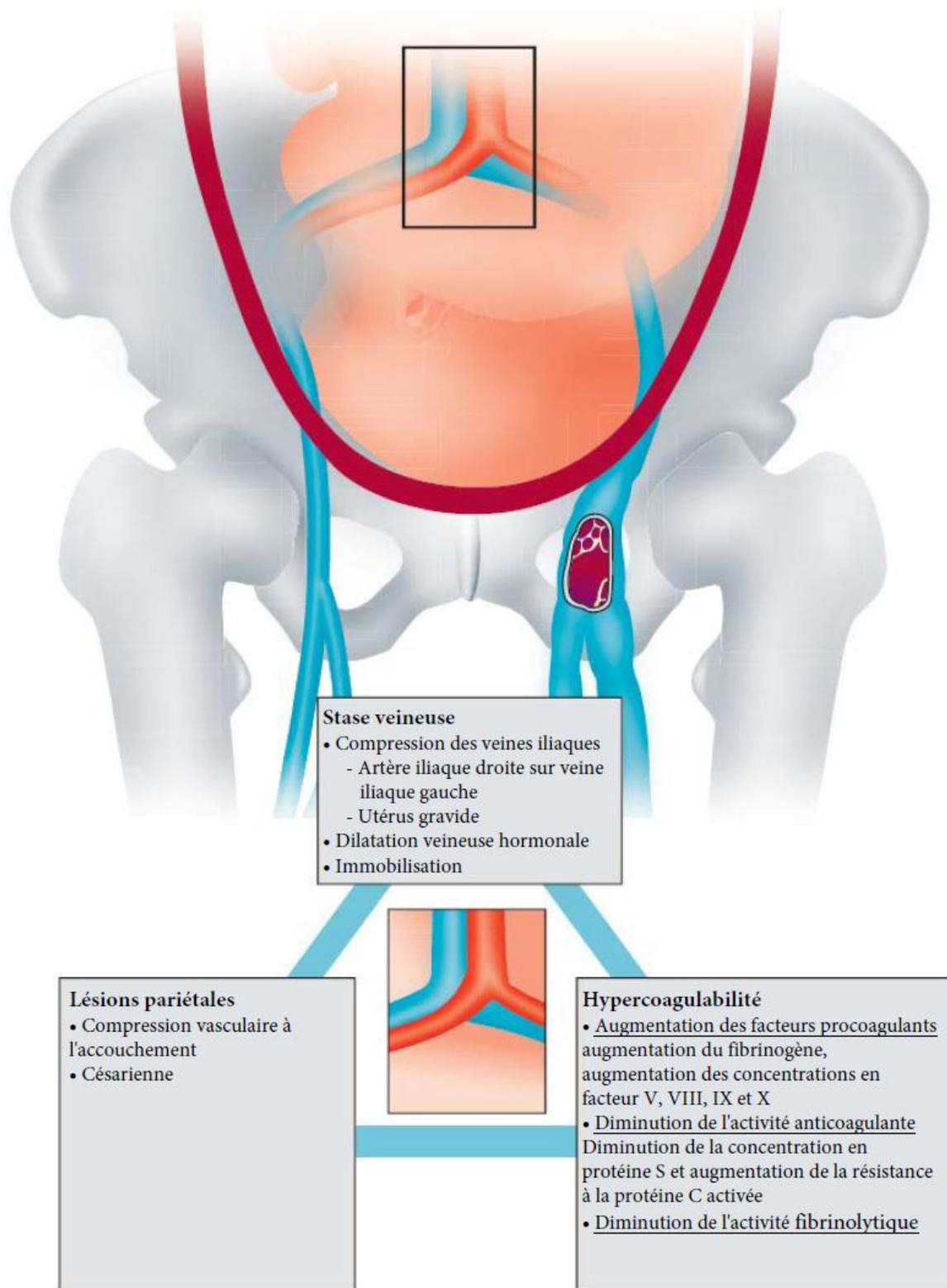


Figure 1 : Triade de Virchow chez la femme enceinte, d'après Bourjeily publié dans l'article Pulmonary embolism in pregnancy (22)

Ce risque existe aussi pour d'autres moyens de transport comme le train, la voiture, le bus. Cependant, le risque associé au transport aérien semble plus important qu'avec les autres modes de transport (11).

La principale hypothèse avancée à ce jour pouvant expliquer ces différences est la déshydratation des passagers en avion par rapport aux autres modes de transport. Cette déshydratation peut être liée à la faible hygrométrie des longs courriers (10 à 20%). En France métropolitaine l'hygrométrie moyenne de l'air ambiant extérieure est de 70 à 80%. L'hygrométrie avec les autres modes de transport est très variable. Dans le train par exemple elle va dépendre de la saison, de la fréquentation et de l'utilisation de la climatisation ou du chauffage. Sans traitement de l'air, l'hygrométrie sera égale à l'hygrométrie extérieure. La climatisation permet d'absorber l'humidité ambiante et d'assécher l'air afin de compenser celle produite par les voyageurs. Cependant Schreijer *et al* (23) en 2008 n'ont trouvé aucun lien entre déshydratation et activation des facteurs de coagulation après 8h de vol. Les facteurs dosés étaient : complexe thrombine antithrombine, facteur 1, facteur 2 et D-Dimères.

L'hypoxie pourrait aussi potentiellement altérer la coagulation pendant le vol. Elle est liée à une diminution de la pression de la cabine et équivaut à ce qu'on trouve à une altitude de 2.000 mètres environ. Il en résulte une diminution de la pression en oxygène dans la cabine de l'avion avec une saturation d'environ 93% pour les voyageurs en bonne santé (24). Cependant une étude (25) a tenté de reproduire ces conditions expérimentalement grâce à un caisson. Les participants étaient soumis à une hypoxie hypobare similaire à celle d'un voyage long courrier. Les participants devaient se tenir assis pendant 8h et pouvaient se tenir debout ou se déplacer 5 minutes par heure. Les auteurs n'ont pas retrouvé de différences significatives avec le groupe témoin (soumis à une normoxie normobare) concernant une potentielle altération prothrombique de l'hémostase. L'étude concernait les individus avec un faible risque de thromboembolie.

Une dernière hypothèse envisagée est la qualité des sièges. Un siège adapté doit, permettre de réduire la pression exercée sur les mollets et faciliter les mouvements.

En 2017, l'union européenne a lancé le projet HAIRD (*Hybrid AIRcraft seating requirement specification and Design*) (26) qui vise à créer des sièges d'une nouvelle génération qui soit confortables, légers, rapides et faciles à démonter, rentables à produire, hautement recyclables, fiables dans l'intégrité structurelle et mieux adaptés à la morphologie des voyageurs permettant ainsi de réduire le risque de TVP. Ce projet n'a toujours pas vu le jour.

2.2. Transport aérien

Le trafic aérien international était en constante augmentation, enregistrant 4.5 milliards de voyageurs en 2019 soit une augmentation de 3.6% par rapport à 2018 et une augmentation de 65% en 10 ans (27). Avec la pandémie de la COVID-19, le nombre de voyageurs transportés a chuté vertigineusement en 2020 comme l'illustre la figure 2. L'année 2021 a connu un regain de passagers au 2^{ème} et 3^{ème} trimestre puis une stagnation lors du 4^{ème} trimestre lors de l'apparition du variant omicron. Le nombre total de passagers en 2021 s'élève à 2.3 milliards soit une diminution de 49% par rapport à 2019.

Les perspectives pour 2022 sont toujours incertaines. Selon les scénarios, il est attendu en 2022 entre 75 et 86% du trafic de 2019. Le trafic international a une reprise moins rapide que le trafic intérieur (28).

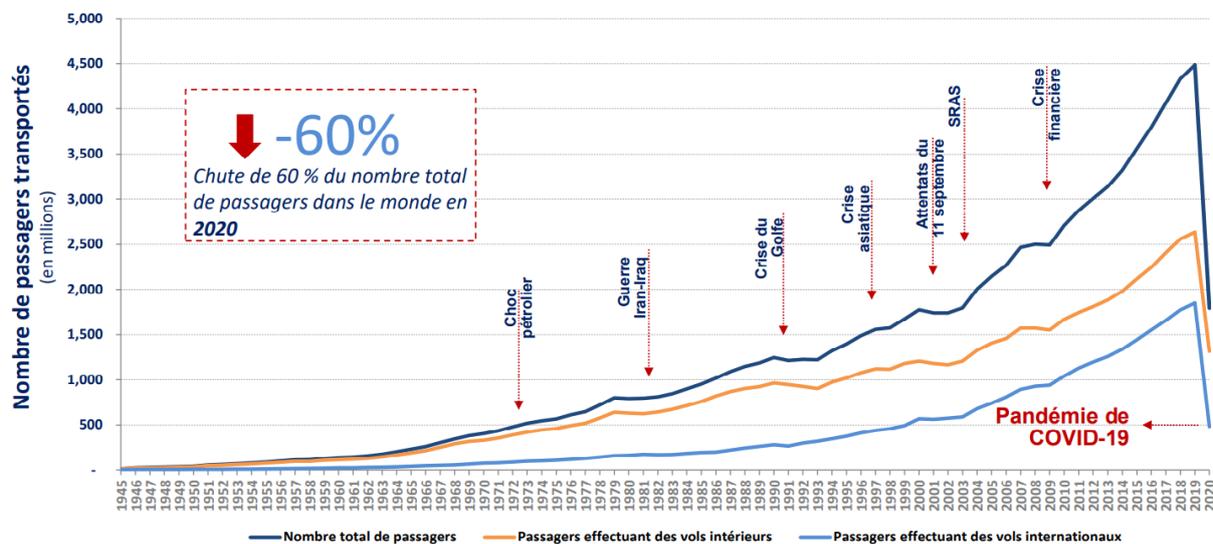


Figure 2 : évolution du nombre de voyageurs mondiaux en millions en fonction des années.
Source : Organisation de l'aviation civile internationale

3. Méthode et matériel

3.1. Sources d'informations

Le recueil des données a été fait de mai à juin 2022. Les bases de données Pubmed, Embase et le moteur de recherche LiSSa ont été consultées. L'équation de recherche pour PubMed était :

((prevention) OR (practice guideline[MeSH Terms]) OR (prophylaxis) OR (advice)) AND ((venous thromboembolism[MeSH Terms]) OR (deep venous thromboses[MeSH Terms]) OR (deep venous thrombosis[MeSH Terms]) OR (pulmonary embolism[MeSH Terms]) OR (phlebitis[MeSH Terms]) OR (venous thromboses[MeSH Terms]) OR (venous thrombosis[MeSH Terms])) AND ((travel[MeSH Terms]) OR (aircraft[MeSH Terms]) OR (plane) OR (trip) OR (flight))

L'équation de recherche pour Embase était :

((prevention) OR (practice guideline) OR (prophylaxis) OR (advice)) AND ((venous thromboembolism) OR (deep venous thromboses) OR (deep venous thrombosis) OR (pulmonary embolism) OR (phlebitis) OR (venous thromboses) OR (venous thrombosis)) AND ((travel) OR (aircraft) OR (plane) OR (trip) OR (flight))

Les termes ont été adaptés en français pour LiSSa.

3.2. Critères d'inclusion et d'exclusion

L'article devait proposer une stratégie prophylactique de prévention de la maladie thrombo-embolique veineuse chez l'adulte au cours des vols long-courriers. Les articles devaient être de langue française ou anglaise. Ils devaient avoir été publiés entre janvier 2010 et juin 2022, date de publication habituelle du Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire (BEH) concernant les recommandations sanitaires pour les voyageurs. Les articles concernant les femmes enceintes ont également été inclus.

Les articles citant uniquement d'anciennes recommandations ont été exclus. Ceux ne proposant pas de recommandations ont aussi été exclus. Les articles publiés avant janvier 2010 ont été exclus. Avant 2010 les recommandations se limitaient souvent à l'utilisation d'Aspirine. Or, l'Aspirine a aujourd'hui pratiquement totalement disparu des recommandations, à cause du rapport bénéfices / risques défavorable. Il ne paraissait donc pas judicieux de garder ces recommandations.

3.3. Sélection des études

Une première sélection a été faite après lecture du titre et du résumé s'il était disponible. Les doublons ont été exclus. Une deuxième sélection des références restantes a ensuite été faite par lecture du texte intégral. Des références supplémentaires identifiées par d'autres sources ont été incluses. Les références supplémentaires ont principalement été incluses à la suite de la lecture des références bibliographiques. Le logiciel Zotero (version 6.0.1, 21 mars 2022) a été utilisé pour la gestion des sources et des références bibliographiques.

4. Résultats

4.1. Diagramme de flux

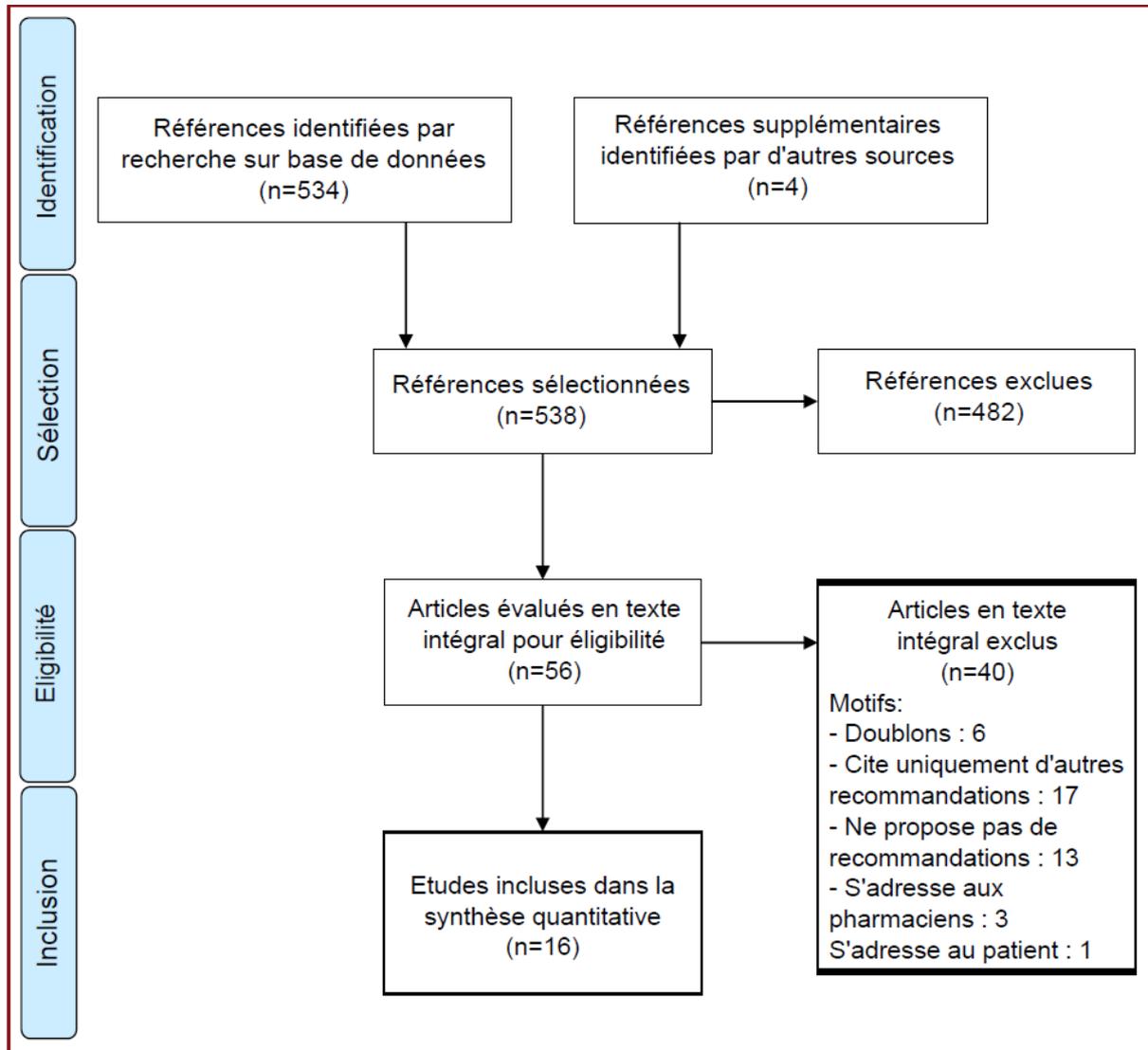


Figure 3 : diagramme de flux

4.2. Sélection des articles

Un total de 534 références a été identifié (76 de PubMed, 453 d'Embase et 5 de LiSsa). Quarante quatre-vingt-deux références ont été éliminées après lecture du titre et du résumé quand celui-ci était disponible. Lorsque le titre évoquait un article éligible et que le résumé n'était pas disponible, l'article était lu en texte intégral. Parmi les 52 références restantes, 40 ont été éliminées après lecture complète de l'article pour les motifs suivants :

- Doublons : 6
- Cite uniquement d'autres recommandations : 17
- Ne propose pas de recommandations : 13

- S'adresse aux pharmaciens : 3
- S'adresse au patient : 1

Quatre références supplémentaires ont été incluses après lecture des références bibliographiques. Les références supplémentaires n'étaient pas recensées dans les bases consultées initialement.

Au total 16 références ont été retenues. Quatorze concernaient les patients en population générale et 2 concernaient les femmes enceintes. La plus ancienne référence a été publiée le 18 novembre 2010 et la plus récente le 2 juin 2022.

4.3.Synthèse des résultats

4.3.1. Origine des publications

Parmi les résultats, il y avait :

- 5 publications anglaises
- 4 publications françaises
- 4 publications américaines
- 1 publication polonaise
- 1 publication saoudienne
- 1 publication d'un organisme mondial (Organisation mondiale de la santé [OMS])

4.3.2. Définition du vol long-courrier

Les vols ont été considérés comme étant long-courrier si :

- Durée du vol supérieure à 3h (n=1)
- Durée du vol supérieure à 4h (n=7)
- Durée du vol supérieure à 6h (n=2)
- Durée du vol supérieure à 8h (n=3)
- Distance parcourue supérieure à 5000km (n=1)
- Sans précision (n=2)

Chleir dans l'Encyclopédie Médico-Chirurgicale (EMC) d'angéiologie en 2018 (29) ne précise pas explicitement de durée minimale de vol. L'auteur évalue le risque à l'aide d'un score établi à partir des facteurs de risques du voyageur et des facteurs de risque intrinsèques au vol. Plus la durée de vol augmente, plus le score augmente. La prophylaxie est ensuite adaptée en fonction du score obtenu.

4.3.3. Facteurs de risque

Les facteurs de risque de maladie thrombo-embolique évoqués au cours des vols long-courriers sont les suivants :

Antécédents médicaux et chirurgicaux personnels du voyageur :

- Antécédents personnels de MTEV (n=16)
- Chirurgie récente (n=15) (détails ci-dessous)
- Thrombophilie d'origine génétique (n=12) (détails ci-dessous)
- Grosses varices / insuffisance veineuse chronique (n=4)
- Maladie cardiaque chronique (n=3)
- Maladie grave (sans précision) (n=1)
- Malformation artério-veineuse pulmonaire (n=1)
- Troubles auto-immuns (n=1)
- Pneumonie (n=1)
- BPCO (n=1)
- Troubles myéloprolifératifs (n=1)
- Œdème des membres inférieurs (n=1)
- Syndrome néphrotique (n=1)

La chirurgie récente était définie comme inférieure à : 4 semaines (n=2), 6 semaines (n=1), 8 semaines (n=1) ou non précisé (n=11). Les chirurgies citées les plus à risques étaient celles concernant l'abdomen, la région pelvienne ou orthopédique avec notamment prothèse de hanche, de genou ou chirurgie d'une fracture de hanche.

Les thrombophilies citées étaient : mutation du facteur V Leyden entraînant une augmentation de résistance à la protéine C, mutation G20210A du gène de la prothrombine, déficit en protéine C, déficit en protéine S et déficit en antithrombine III.

Antécédents familiaux du voyageur :

- Antécédents familiaux de MTEV (n=7)

Profil du voyageur :

- Indice de masse corporelle (IMC) (n=14) (détails ci-dessous)
- Grossesse (n=14)
- Néoplasie active (n=14)
- Traitement hormonal substitutif (n=12)
- Contraception oestro-progestative (n=11)
- Période post-partum (n=10)
- Age (n=7) (détails ci-dessous)
- Mobilité limitée / immobilité (n=7)
- Traumatisme récent (n=7)
- Taille (n=3) (détails ci-dessous)
- Tabac (n=1)
- Tamoxifène (n=1)

Pour l'IMC, les seuils étaient : supérieur à 25 (n=2), supérieur à 30 (n=5), supérieur à 35 (n=2), supérieur à 40 (n=1) ou non précisé (n=4).

Pour l'âge, les auteurs ont retenu comme seuil : 40 ans (n=1), 60 ans (n=1), 70 ans (n=1), non précisé (n=4).

La taille comme étant inférieure à 165cm ou supérieure à 185cm (n=1), inférieure à 160cm ou supérieure à 190cm (n=1), non précisé (n=1).

Profil du voyage :

- Vol prolongé (n=1) (sans précision)

4.3.4. Stratégies prophylactiques en population générale

A la lecture de ces articles, il ressort que la stratégie prophylactique décrite s'articule autour de 3 grands axes :

- Les mesures comportementales
- Les mesures physiques : la contention veineuse
- Les mesures pharmacologiques : principalement les anticoagulants

Ces mesures dépendent de facteurs intrinsèques liés au vol, comme la durée, et du profil du voyageur.

4.3.4.1. Patients sans facteur de risque

Les mesures comportementales sont largement conseillées (n=10).

Mesures alimentaires :

- Maintenir une bonne hydratation (n=7)
- Pas d'alcool (n=4)
- Pas de sédatifs (n=4)
- Pas de tabac (n=3) (il est cependant interdit de fumer en vol !)
- Pas de café (n=2)

Mesures de mobilité :

- Marche fréquente (n=8)
- Exercices musculaires pendant le vol (n=7) (détails au chapitre 4.3.5.2)
- Siège côté couloir (n=1)

Mesures vestimentaires :

- Porter des vêtements amples et confortables (n=4)

L'*American College of Chest Physicians* (ACCP) (30) et l'*American Society of Hematology* (ASH) (31) ne se prononcent pas sur les mesures comportementales prophylactiques des patients sans facteurs de risque.

Aucun auteur n'a explicitement déconseillé les mesures comportementales pour les patients sans facteur de risque.

Les mesures physiques sont moins souvent proposées (n=4). Quand elles le sont, il est conseillé d'utiliser une contention veineuse sous le genou de 15 à 30mmHg. Cependant l'ACCP et l'ASH déconseillent l'utilisation d'une contention veineuse chez les patients sans facteur de risque. Pour l'ASH, la balance bénéfices risques n'était pas en faveur de la contention car 4 patients ont développé une paraphlébite, peut-être à cause des bas. De plus, les auteurs ont suggéré une possible allergie à la bande élastique en silicone des bas de contention. Cependant cet effet indésirable n'a été rapporté dans aucune des 5 études ayant permis

l'élaboration des recommandations. Les auteurs précisent qu'aucun évènement indésirable grave n'a été enregistré suite au port de bas de contention.

Les mesures pharmacologiques n'ont été retenues par aucun auteur. L'ACCP et l'ASH déconseillent toute forme de prophylaxie médicamenteuse.

L'OMS (32) et le collège d'experts du *Saudi Medical Journal* (SaMJ) (33) ne se prononcent pas sur la stratégie prophylactique des patients sans facteur de risque.

4.3.4.2. Patients avec facteurs de risque

Les mesures comportementales sont ici aussi largement conseillées (n=13). Seul l'ASH (31) ne se prononce pas.

Mesures alimentaires :

- Hydratation (n=7)
- Pas d'alcool (n=4)
- Pas de sédatifs (n=5)
- Pas de café (n=2)
- Pas de tabac (n=3) (il est interdit de fumer lors des vols)

Mesures de mobilité :

- Exercices musculaires pendant le vol (n=10) (détails ci-dessous)
- Marche fréquente (n=11)
- Siège coté couloir (n=3)
- Ne pas dormir pendant des périodes prolongées (n=1)

Les exercices musculaires comprenaient de soulever alternativement les orteils puis les talons, faire des mouvements de flexions / extensions de la cheville, contraction isométrique des muscles du mollet. Ces exercices sont à faire tout au long du vol à intervalle régulier, sans en préciser la fréquence.

Les auteurs expliquaient le siège côté couloir par le fait d'être mobilisé plus souvent. En plus de leurs mouvements, les voyageurs côté couloir étaient obligés de se mobiliser lorsque les voyageurs côté hublot souhaitaient rejoindre le couloir.

Mesures vestimentaires :

- Vêtements amples et confortables (n=5)
- Chaussettes de contention (n=7)
- Bas de contention (n=2)
- Sans précision (n=2)

Les mesures physiques sont plus souvent conseillées (n=11) par rapport aux patients sans facteur de risque. Seul le SaMJ (33) s'est positionné contre l'utilisation d'une contention veineuse au seul motif du coût.

La classe 2 et une pression de 15 à 30mmHg sont les plus cités (n=3). La classe 2 française correspond à une pression de 15 à 20mmHg. La classe 2 américaine correspond à une pression de 20 à 30mmHg.

Mesures pharmacologiques préventives :

Concernant les mesures pharmacologiques, les auteurs sont unanimes sur leur possible utilisation (n=11). Les plus souvent cités sont :

- Héparines de bas poids moléculaires (HBPM) (n=9)
- Anticoagulants sans précision (n=3)
- Inhibiteur du facteur Xa (fondaparinux) (n=2)
- Anticoagulants oraux à action directe (AOD) (n=2)
- Anti-vitamines K (AVK) (n=1)
- Aspirine® (n=1)

L'OMS (32) ne recommande pas l'utilisation des anticoagulants.

Lapostolle *et al* (34), l'OMS ainsi que le BEH (35) déconseillent l'utilisation d'Aspirine® comme traitement préventif de la MTEV.

L'ACCP (30) déconseille l'utilisation d'anticoagulant ou d'Aspirine®.

L'ASH conseille l'Aspirine® uniquement s'il existe une contre-indication aux mesures physiques et aux HBPM.

La contre-indication de l'Aspirine® était justifiée par les auteurs par le manque de preuve de son efficacité versus HBPM ainsi que par le risque de saignements et de troubles gastro-intestinaux durant le vol.

4.3.5. Stratégies prophylactiques chez les femmes enceintes

Les mesures comportementales sont citées par les deux recommandations concernant les femmes enceintes, Le *Royal College of Obstetricians and Gynaecologists* (RCOG) (36) et le *Journal of Travel Medicine* (JTM) (19). Elles sont similaires aux patients en population générale : siège coté couloir, marche fréquente, exercices musculaires pendant le vol, bonne hydratation, éviter la caféine et l'alcool. A ces recommandations s'ajoute l'utilisation de la ceinture de sécurité qui doit être serrée sous l'abdomen et sur le haut des cuisses.

Le RCOG recommande à toutes les femmes enceintes de porter des bas de compression bien ajustés pour tous les vols supérieurs à 4h.

Si des facteurs de risques supplémentaires de thrombose sont présents, le RCOG recommande une prophylaxie par HBPM le jour du voyage et quelques jours après (sans en préciser la durée). L'Aspirine® est contre indiqué par l'auteur. Le CRAT n'interdit pas l'utilisation d'Aspirine® durant la grossesse à dose anti-agrégante plaquettaire (jusqu'à 300mg/j).

Le JTM en 2019 recommande une prophylaxie en fonction des facteurs de risques de la femme enceinte, quel que soit la durée du vol.

Le RCOG et le JTM conseillent aux femmes enceintes ou en post-partum de consulter systématiquement avant de prendre l'avion pour une évaluation individualisée du risque.

4.3.6. Niveaux de preuve des références

Il existe peu de preuves de l'efficacité des mesures prophylactiques. Les recommandations en résultant ont un faible niveau de preuve.

Parmi les recommandations citant des niveaux de preuve :

La *British Society for Haematology* (BSH) (37) ne recommande pas l'hydratation systématique (grade 2B) mais conseille la marche fréquente (grade 2B) (Annexe 3). Pour la marche, le SaMJ (33) a publié les mêmes recommandations (niveau de preuve très faible). Les mesures comportementales de l'ACCP (30) ont un niveau de preuve grade 2C.

Pour les bas de contention, le BSH conseille à tous les voyageurs avec facteurs de risque d'en porter (grade 2B), tout comme l'ACCP (grade 2C) Pour ces mêmes voyageurs, le SaMJ s'est positionné contre les bas de contention (niveau de preuve très faible).

L'utilisation des anticoagulants a aussi un faible niveau de preuves (grade 2C).

4.3.7. Résumé des articles sélectionnés

Tableau 1 : Résumé des principales caractéristiques des articles sélectionnés

Titre de l'article	Journal de publication	Année de publication	Pays de rédaction	Définition du vol long-courrier	Prophylaxie en l'absence de facteurs de risque	Prophylaxie en présence de facteurs de risque
<i>Guidelines on travel-related venous thrombosis (37)</i>	<i>British Journal of Haematology</i>	2010	Angleterre	Supérieur à 3h	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : ne se prononce pas Mesures pharmacologiques : ne se prononce pas	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : conseillées Mesures pharmacologiques : conseillées
<i>Air travel and venous thromboembolism: Minimizing the risk (38)</i>	<i>Cleveland Clinic Journal of Medicine</i>	2011	Etats-Unis	Supérieur à 8h	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : conseillées Mesures pharmacologiques : ne se prononce pas	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : conseillées Mesures pharmacologiques : conseillées
<i>Prevention of VTE in Nonsurgical Patients Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines (30)</i>	<i>Chest</i>	2012	Etats-Unis	Supérieur à 6h	Mesures comportementales : ne se prononce pas Mesures physiques : déconseillées Mesures pharmacologiques : déconseillées	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : conseillées Mesures pharmacologiques : déconseillées
<i>International travel and health (32)</i>	<i>Weekly epidemiological record</i>	2012	Mondial	Supérieur à 4h	Ne se prononce pas	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : ne se prononce pas Mesures pharmacologiques : ne se prononce pas
<i>Air Travel and Pregnancy (36)</i> (Cette recommandation concerne uniquement les femmes enceintes)	<i>Royal College of Obstetricians and Gynaecologists</i>	2013	Angleterre	Supérieur à 4h	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : conseillées Mesures pharmacologiques : ne se prononce pas	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : conseillées Mesures pharmacologiques : conseillées
<i>Managing patients with stable respiratory disease planning air travel: a primary care summary of the British</i>	<i>Primary Care Respiratory Journal</i>	2013	Angleterre	Supérieur à 8h	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : ne se prononce pas	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : conseillées Mesures pharmacologiques : conseillées

<i>Thoracic Society recommendations (39)</i>					Mesures pharmacologiques : ne se prononce pas	
Accidents thromboemboliques et voyages aériens : évaluation du risque et stratégie prophylactique (podcast) (34)	Le Praticien en anesthésie réanimation	2014	France	Supérieur à 5.000kms	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : conseillées Mesures pharmacologiques : ne se prononce pas	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : conseillées Mesures pharmacologiques : conseillées
<i>The Saudi clinical practice guideline for the prophylaxis of venous thromboembolism in long-distance travelers (33)</i>	<i>Saudi Medical Journal</i>	2017	Arabie Saoudite	Supérieur à 8h	Ne se prononce pas	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : déconseillées Mesures pharmacologiques : conseillées
Maladie thromboembolique des voyages aériens (29)	Encyclopédie Médico-Chirurgicale - Angéiologie	2018	France	Non précisé	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : ne se prononce pas Mesures pharmacologiques : ne se prononce pas	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : conseillées Mesures pharmacologiques : conseillées
<i>American Society of Hematology 2018 guidelines for management of venous thromboembolism: prophylaxis for hospitalized and nonhospitalized medical patients (31)</i>	<i>Blood Advances</i>	2018	Etats-Unis	Supérieur à 4h	Mesures comportementales : ne se prononce pas Mesures physiques : déconseillées Mesures pharmacologiques : déconseillées	Mesures comportementales : ne se prononce pas Mesures physiques : conseillées Mesures pharmacologiques : conseillées
<i>Annotation: travel and thrombosis (40)</i>	<i>British Journal of Haematology</i>	2019	Angleterre	Supérieur à 4h	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : ne se prononce pas Mesures pharmacologiques : ne se prononce pas	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : conseillées Mesures pharmacologiques : conseillées
<i>Mechanical methods of venous thromboembolism prevention: from guidelines to clinical practice (41)</i>	<i>Polish Archives of Internal Medicine</i>	2019	Pologne	Supérieur à 4h	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : ne se prononce pas Mesures pharmacologiques : ne se prononce pas	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : conseillées Mesures pharmacologiques : conseillées

<i>The risk and prevention of venous thromboembolism in the pregnant traveler</i> (19) (Cette recommandation concerne uniquement les femmes enceintes)	<i>Journal of Travel Medicine</i>	2021	Angleterre	Non précisé	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : conseillées Mesures pharmacologiques : ne se prononce pas	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : conseillées Mesures pharmacologiques : conseillées
Prophylaxie des accidents thromboemboliques lors d'un voyage en avion (42)	Médecine	2020	France	Supérieur à 4h	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : conseillées Mesures pharmacologiques : ne se prononce pas	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : conseillées Mesures pharmacologiques : conseillées
<i>Commercial Air Travel for Passengers With Cardiovascular Disease: Recommendations for Less Common Conditions, Considerations for Venous Thromboembolism, and General Guidance</i> (43)	<i>Curent Problem in Cardiology</i>	2021	Etats-Unis	Supérieur à 6h	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : ne se prononce pas Mesures pharmacologiques : ne se prononce pas	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : conseillées Mesures pharmacologiques : conseillées
Recommandations sanitaires pour les voyageurs, 2022 (à l'attention des professionnels de santé) (35)	Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire	2022	France	Supérieur à 4h	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : ne se prononce pas Mesures pharmacologiques : ne se prononce pas	Mesures comportementales : conseillées Mesures physiques : conseillées Mesures pharmacologiques : conseillées

Tableau 2 : Résumé des recommandations prophylactiques des articles sélectionnés, avec niveau de preuve quand celui-ci était disponible

Prophylaxie		Voyageurs sans facteurs de risque	Voyageurs avec facteurs de risque
Mesures comportementales	Marche fréquente	(29) (34) (35) (37) (grade 2B) (39) (40) (42) (43)	(29) (30) (grade 2C) (32) (33) (recommandation conditionnelle, très faible niveau de preuve) (34) (35) (37) (39) (40) (42) (43)
	Exercices musculaires pendant le vol	(34) (35) (38) (39) (40) (41) (42)	(30) (grade 2C) (32) (33) (recommandation conditionnelle, très faible niveau de preuve) (34) (35) (38) (39) (40) (41) (42)
	Maintenir une bonne hydratation	(29) (34) (35) (40) (41) (42) (43)	(29) (34) (35) (40) (41) (42) (43)
	Pas d'alcool	(29) (34) (39) (42)	(29) (34) (39) (42)
	Pas de sédatifs	(29) (34) (35) (43)	(29) (34) (35) (39) (43)
	Porter des vêtements amples et confortables	(34) (35) (41) (42)	(32) (34) (35) (41) (42)
	Pas de tabac	(34) (42) (43)	(34) (42) (43)
	Pas de café	(39) (42)	(39) (42)
	Siège côté couloir	(42)	(30) (grade 2C) (33) (recommandation conditionnelle, très faible niveau de preuve) (42)
	Ne pas dormir pendant des périodes prolongées		(39)
Mesures physiques	Chaussettes de contention	(34) (42)	(30) (grade 2C) (34) (37) (grade 2B) (39) (41) (42) (43)
	Bas de contention	(35) (38)	(31) (recommandation conditionnelle, très faible niveau de preuve) (35) (38)
	Contention sans précision		(40)
	Contre	(30) (grade 2C) (31) (recommandation conditionnelle, très faible niveau de preuve) (37) (grade 1C)	(33) (recommandation conditionnelle, très faible niveau de preuve)
Mesures pharmacologiques	HBPM		(29) (31) (recommandation conditionnelle, très faible niveau de preuve) (35) (38) (39) (40) (41) (42) (43)
	Inhibiteur du facteur Xa		(35) (38)

	AOD		(35) (40)
	AVK		(39)
	Aspirine®		(31) uniquement si les mesures physiques et pharmacologiques sont contre-indiquées (recommandation conditionnelle, très faible niveau de preuve)
	Anticoagulants sans précision		(33) (recommandation conditionnelle, très faible niveau de preuve) (34) (37) (grade 2C)
	Contre toute anticoagulation	(30) (grade 2C) (31) (recommandation conditionnelle, très faible niveau de preuve) (37) (grade 1C)	(30) (grade 2C)
	Contre l'Aspirine®	(30) (grade 2C) (31) (recommandation conditionnelle, très faible niveau de preuve) (35) (37) (grade 1C)	(30) (grade 2C) (34) (35)

Tableau 3 : Résumé des facteurs de risques des articles sélectionnés, avec niveau de preuve quand celui-ci était disponible

Facteurs de risque	Références
Antécédents personnels de MTEV	(19) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (36) (37) (grade 1C) (38) (39) (40) (41) (42) (43)
Chirurgie récente	(19) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (37) (grade 1C) (38) (39) (40) (41) (42) (43)
Indice de masse corporel (IMC)	(19) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (36) (38) (39) (41) (42) (43)
Grossesse	(19) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (36) (38) (39) (41) (42) (43)
Néoplasie active	(29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (37) (grade 1C) (38) (39) (40) (41) (42) (43)
Traitement hormonal substitutif	(19) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (38) (39) (41) (42)
Thrombophilie d'origine génétique	(19) (29) (30) (32) (33) (34) (35) (36) (38) (39) (42) (43)
Contraception oestro-progestative	(19) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (38) (39) (42)
Période post-partum	(19) (31) (34) (35) (36) (37) (38) (39) (40) (41)
Age	(29) (30) (33) (34) (35) (38) (42)
Mobilité limitée / immobilité	(19) (30) (33) (34) (38) (39) (42)
Antécédents familiaux de MTEV	(32) (34) (35) (38) (39) (42)
Traumatisme récent	(30) (32) (33) (35) (38) (39) (42)
Grosses varices / insuffisance veineuse chronique	(29) (34) (35) (38)
Maladie cardiaque chronique	(38) (39) (43)
Taille	(35) (38) (39)
Maladie grave (sans précision)	(39)
Tabac	(35)
Malformation artério-veineuse pulmonaire	(39)
Tamoxifène	(38)
Troubles auto-immuns	(38)
Pneumonie	(38)
BPCO	(38)
Troubles myéloprolifératifs	(38)
Œdème des membres inférieurs	(29)
Vol prolongé	(29)
Syndrome néphrotique	(36)

5. Discussion

L'objectif principal de cette étude était de déterminer les recommandations dont le médecin généraliste dispose afin de proposer des conseils de prophylaxie adaptés en fonction des patients, avec ou sans facteurs de risques thrombo-embolique, pour des vols sur des long-courriers. L'objectif secondaire était de déterminer les facteurs de risque de la MTEV liés aux long-courriers.

Les principaux résultats de cette étude étaient que les mesures comportementales sont largement conseillées pour tous les voyageurs long-courriers. Les mesures physiques sont plutôt conseillées pour les voyageurs avec facteurs de risques. Les mesures pharmacologiques sont conseillées au cas par cas pour les voyageurs avec facteurs de risques.

L'utilisation de ces mesures à un niveau de preuve très faible.

5.1. Avantages, limites de la méthode et des références retenues

Seuls les articles depuis 2010 ont été inclus. Avant 2010 les stratégies prophylactiques n'étaient basées sur pratiquement aucune étude. Elles étaient majoritairement basées sur les pratiques en médecine hospitalière de prévention de la MTEV chez les patients alités aux États-Unis. Ce qui explique que l'Aspirine® était souvent citée notamment pour les patients à risque modéré.

L'analyse systématique de la littérature a permis de répondre au mieux aux questions posées. Une étude quantitative observationnelle aurait nécessité d'inclure un très grand nombre de voyageurs afin d'avoir des résultats significatifs. Lapostolle *et al* (13) ont dû inclure 135 millions de passagers sur 7 ans afin de trouver une fréquence significative d'EP de 0.4 cas par million de passagers tous vols confondus.

Seize références ont été retenues parmi les 534 identifiées initialement dans les bases de données. Un faible nombre d'articles propose un protocole de prophylaxie.

La majorité des références retenues a une portée internationale.

Une limite est le fait que parmi les 16 références, un faible nombre est mise à jour. Le BEH, recommandations sanitaires pour les voyageurs, propose une actualisation des connaissances tous les ans. L'*International travel and Health* publié par l'OMS en 2012 a été actualisé en 2019. Cependant l'actualisation ne comportait que sur quelques chapitres dont ne faisait pas partie la prophylaxie des vols long-courrier. L'ACCP sert souvent de base à la réflexion d'autres recommandations, pourtant elle a été publiée en 2012.

Les recommandations nationales ne sont pratiquement jamais référencées. Par exemple pour la France, le BEH n'est référencé dans aucune des bases de données consultées. Les bases de données de chaque pays n'ont pas été consultées.

Un autre biais est que la recherche bibliographique n'a été faite que par une seule personne. Il peut donc exister un biais de subjectivité par rapport aux références sélectionnées.

De plus, seuls les articles en français et anglais ont été gardés. Cependant, l'anglais étant la langue utilisée pour la publication des recherches, on peut penser qu'une partie des études réalisées dans un pays non anglophone serait aussi publiée en anglais.

Sur les 16 références, seules 4 s'accompagnent d'un niveau de preuve.

5.2. Validité des recommandations

5.2.1. Mesures comportementales

Les mesures comportementales détaillées précédemment sont les mesures les plus citées dans les recommandations, qu'il y ait ou non des facteurs de risque. Leur caractère non dispendieux, leur facilité d'application et leur faible risque en font des recommandations de premier choix. Une étude (44) portant sur les preuves des mesures comportementales a retrouvé un risque coté hublot par rapport au voyageur assis sur un siège côté couloir de 2,2 (IC95% : 1,4 – 4,4). Les autres mesures comportementales étudiées, notamment la prise d'alcool, une bonne hydratation, voyager en classe affaire ou faire des exercices musculaires pendant le vol, ont été associées à des résultats non significatifs.

De plus, l'hydratation permet indirectement de se rendre plus souvent aux toilettes et donc favorise la marche pendant le vol.

Même si toutes les recommandations n'ont pas été évaluées, il paraît plutôt pertinent de les conseiller à tous étant donné qu'elles sont faciles à appliquer et pratiquement sans inconvénient. Le siège côté couloir serait peut-être la seule exception. Ces places étant limitées en nombre, il serait plutôt logique de les réserver aux patients avec facteur de risque.

Ces recommandations se heurtent cependant à la faisabilité en vol : les couloirs sont étroits et il existe un risque de blessure lors de déplacements en cas de turbulences. De plus, il est interdit de se déplacer lors des turbulences.

Les mesures comportementales sont faciles à mettre en place, ont un risque faible, ne sont pas dispendieuses, ont un faible coût, ce qui en fait des recommandations de premier choix. Il paraît pertinent de les conseiller à tous les voyageurs.

5.2.2. Mesures physiques

Concernant les mesures physiques, Clarke *et al* (45) dans une méta-analyse ont montrés que les bas de contention permettaient de réduire les TVP asymptomatiques de 90% (0.1 [IC 95% : 0.04 – 0.25]). Cependant, l'efficacité concernant la thrombose profonde symptomatique, l'EP et la réduction de la mortalité n'ont pas été évaluées. L'effet sur les thromboses superficielles n'a pas donné de résultat significatif. Sur les 12 articles inclus, 8 faisaient partis des études LONFLIT.

Hsieh *et al* (46) ont conclus à une diminution du risque de thrombose grâce aux bas de contention (OR : 0.14 [IC à 95% : 0.03 – 0.79]). Les patients inclus n'avaient qu'un risque faible ou modéré de thrombose. Les patients à risque élevé n'ont pas été inclus. Ici aussi, sur les 9 articles que l'étude a inclus, 8 faisaient partis des études LONFLIT.

Ces deux revues systématiques se basent principalement sur de nombreuses études LONFLIT, ce qui est un biais à la fiabilité des résultats. Les études LONFLIT sont des études menées en Italie, par un même groupe international de chercheurs (Belcaro *et al*, Cesarone *et al*) et entre les années 2001 et 2003. Ces études étudiaient principalement l'action des bas de contention sur la prévention de la MTEV et de l'œdème au cours des vols long-courriers (47-51).

Les dispositifs de compression pneumatique ont fait leur preuve en prévention postopératoire chez les patients à risque modéré ou élevé (52). Ils n'ont cependant jamais été évalués pour la prévention de la thrombose du voyageur.

Un autre critère évalué ces dernières années est le confort des voyageurs notamment l'œdème des membres inférieurs.

Une étude (53) a trouvé une diminution de l'œdème de 0.19cm (IC à 95 % : -0,33 - -0,065 cm) par rapport à ceux ne portant pas de bas de contention. La douleur des jambes était significativement diminuée avec les bas ($p < 0.001$).

Il paraît donc raisonnable de conseiller aux voyageurs ayant déjà des chaussettes de contention de les porter. Les contentions doivent être adaptées à la morphologie du patient et l'efficacité de compression doit être préservée.

Les mesures physiques restent pertinentes, permettent de réduire les TVP asymptomatiques et d'améliorer le confort de tous les voyageurs en réduisant l'œdème.

5.2.3. Mesures pharmacologiques

Une seule étude (54) de 2002 a évalué l'impact de l'HBPM, de l'Aspirine® et de l'absence de prophylaxie. Dans cette étude, 300 patients à haut risque ont été inclus en 3 groupes. Le premier groupe avait reçu 400mg d'Aspirine®, le deuxième groupe une dose d'énoxaparine (adapté au poids, 1000UI pour 10kg de poids corporel). Les auteurs ont retrouvé une diminution des événements thrombo-emboliques de 25% avec l'Aspirine® ($p < 0.05$). Mais ce résultat était 3.6% plus élevé qu'avec le groupe HBPM (cependant les paraphlébites étaient prises en compte dans le calcul). Dans le groupe HBPM il n'a été retrouvé aucun événement thrombo-embolique profond ($p < 0.002$). Seule une paraphlébite a été signalée. A noter que 13% des patients du groupe Aspirine® ont présentés des troubles gastro-intestinaux. Aucune autre étude traitant des mesures pharmacologiques prophylactiques n'a été trouvée.

La mise à jour de 2022 du BEH sur les recommandations sanitaires pour les voyageurs (35) conseille les anticoagulants, alors que l'édition de 2021 (55) ne les conseillaient pas. L'édition 2021 précisait que les anticoagulants n'avaient pas d'indication validée pour la prophylaxie lors des vols long-courriers mais étaient parfois prescrites hors AMM pour les patients à risque très élevée lorsque la contention n'était pas possible.

Les AOD disponibles en France sont les inhibiteurs du facteur Xa : rivaroxaban (Xarelto®) commercialisé depuis 2009, apixaban (Eliquis®) commercialisé depuis 2012 ainsi que les inhibiteurs de la thrombine (facteur IIa) : dabigatran (Pradaxa®) commercialisé depuis 2008. Ils sont habituellement utilisés pour la prévention de la thrombo-embolie chez les patients ayant subi une opération orthopédique majeure (prothèse totale de genou ou de hanche), en prévention des accidents vasculaires cérébraux chez les patients ayant une fibrillation atriale non valvulaires, ou en curatif d'une TEV. Les AOD n'ont aucune AMM dans la prévention de la MTEV au cours des vols long-courrier.

Les AOD ne sont que très peu cités dans les recommandations. Cela peut s'expliquer par le fait que beaucoup de recommandations sont antérieures à l'utilisation généralisée des AOD. Neuf recommandations sont postérieures à 2016.

Aucune étude évaluant l'efficacité des AOD pour la prophylaxie de la MTEV au cours des vols long courrier n'a été trouvée. On ne peut qu'extrapoler ce qui a été fait pour les patients hospitalisés.

Les AOD ont l'avantage d'être assimilable par voie orale ce qui rend l'usage pour le patient plus facile par rapport aux HBPM. Il n'y a pas nécessité d'une infirmière pour effectuer l'injection. Il y a également moins d'interaction AOD/médicaments. Le patient pourra facilement prendre l'AOD en même temps que son traitement habituel. Il n'y a pas non plus besoin de doser l'INR et l'effet anticoagulant est obtenu environ 2h après son absorption.

Cependant les AOD peuvent être contre indiqués notamment en cas d'insuffisance rénale ou hépatique. L'évaluation du patient est donc primordiale avant la prescription d'AOD, avec si possible une prise de sang récente. Chez les patients hospitalisés le rivaroxaban, par rapport à l'énoxaparine, était associé à un risque accru de saignement (56). En cas d'hémorragie en plein vol, l'administration d'un antidote et la prise en charge peuvent être compliquées voire même impossible avant plusieurs heures. De plus l'antidote peut ne pas être disponible dans tous les pays.

Les mesures pharmacologiques sont celles qui suscitent le plus de controverses. Compte tenu des effets indésirables potentiels, la balance bénéfices / risques prend tout son sens. La prescription doit se faire au cas par cas et concerner les voyageurs avec facteurs de risque.

5.2.4. Durée du vol

La définition du vol long-courrier ne fait pas l'unanimité. Les définitions divergent. C'est pourtant probablement le facteur intrinsèque au vol le plus important. Il est nécessaire de fixer un temps de vol au-delà duquel le risque de thrombose augmente. Cela concerne principalement les mesures pharmacologiques qui peuvent comporter des effets secondaires et un risque pour le patient. Il paraît préjudiciable de proposer des anticoagulants si le risque n'est pas augmenté compte tenu du temps de trajet.

Les méthodologies sont hétérogènes suivant les études. Certaines ont comme critère les patients symptomatiques, TVP, EP ou les deux, et d'autres dépistent tout le monde, le plus souvent par échographie. Se pose aussi la question de savoir jusqu'à quand peut-on considérer un événement en rapport avec le vol ? Le risque peut être sous-estimé si les patients inclus n'étaient pas suivis après leur vol. Le BSH propose de considérer tout événement thrombotique comme lié au voyage s'il survient dans les 8 semaines.

L'augmentation du risque d'EP fatale jusqu'à 4 semaines après un vol de 8h a été évalué à 7.9 (IC à 95% : 1.1 – 55.1). Ce qui correspond à un risque absolu de 1.3 EP mortelle par million de voyageurs. Le risque pour un voyage de 3 à 8h était de 1.8 mais le résultat n'était pas significatif (IC à 95% : 0.5 – 7.1) (57).

Perez-Rodriguez *et al* (14) avaient retrouvé un risque similaire du risque absolu d'EP par million de voyageurs après un vol de plus de 8h : 1.65. Les auteurs ont conclu que le risque augmentait significativement pour les vols de plus de 8h ($p < 0.001$).

Dans une étude de cohorte portant sur 8755 employés (58), il a été mis en évidence une augmentation significative des thromboses pour les vols de plus de 12h (OR : 5.3, IC à 95% : 2.3 – 12.4). Les employés ont été suivis pendant 12 semaines. Le risque était présent jusqu'à 4 semaines après l'atterrissage (OR entre 2 et 4 semaines : 3.1 (1.2–8.2)). Une autre étude

(59), portant sur plus de 5000 patients, trouve un risque à 2 semaines de 4.17 (IC à 95% : 2.94 – 5.40).

Cependant, les études ne tiennent compte que du temps passé en vol. Elles ne tiennent pas compte de l'immobilité possible des voyageurs avant et après le vol. Le voyageur se rend à l'aéroport en transport, bus, train, voiture... Il attend ensuite assis au terminal. Et pour finir après le vol se rend sur site en transport, même si les conditions environnementales sont différentes de celle de l'avion. Il paraît donc nécessaire de tenir compte de ce temps en plus du temps de vol.

La durée du vol est l'un des facteurs de risque intrinsèque au vol les plus importants à prendre en compte. Même si cette durée n'a pas été clairement définie, les recommandations les plus récentes retiennent 4h comme seuil.

5.2.5. Facteurs de risque liés au voyageur

Plusieurs facteurs de risque se sont initialement basés sur les facteurs de risques de thrombo-embolie observés chez les patients hospitalisés. Ils ont ensuite été extrapolés pour les voyageurs. Hormis les antécédents de MTEV, la chirurgie récente et la néoplasie active, il n'y avait pas de niveau de preuves pour les facteurs de risques.

Une étude américaine de 2014 (60), portant sur 1465 patients dont 220 voyageurs, a étudié le surrisque de thrombo-embolie pour les voyageurs suite à une prothèse totale de genou ou de hanche. Les patients étaient tous sous anticoagulant ou antiagrégant suite à la chirurgie, excepté un dans chaque groupe. Dans 96% les patients étaient sous Aspirine® 325mg matin et soir pendant 3 semaines. Les patients ont voyagé en moyennes 2.9 jours après la chirurgie et le temps de trajet était de 2.7 heures. Aucune différence n'a été trouvée entre le groupe témoin et les voyageurs concernant l'EP ou la TVP. Cependant la durée moyenne du vol ne peut pas être définie en long courrier. De plus la thromboprophylaxie était majoritairement faite par Aspirine®. On peut cependant penser que les résultats seraient comparables avec une prophylaxie par HBPM.

Kuipers *et al* (20) ont étudié d'autres facteurs de risque notamment l'âge. Ils ont trouvé un risque augmenté pour les voyageurs de moins de 30 ans (7.7 [IC à 95% : 1.6 - 38.4]) et pour les voyageurs de 30 à 50 ans (3.7 [IC à 95% : 1.8 - 7.5]). Il n'y avait pas de résultat significatif pour les plus de 50 ans (1.4 [IC à 95% : 0.4 - 4.6]). Les auteurs expliquent ce résultat par la prise de contraception orale pour les femmes de moins de 50 ans. Cependant, la même étude n'a pas retrouvé de surrisque significatif chez les femmes prenant l'avion et une contraception orale : 3.6 (IC à 95% : 0.8 - 14.9).

Les voyageurs de moins de 165cm étaient associés à un risque accru : 9.8 (IC à 95% : 3.1 - 30.9). Ce risque n'a pas été retrouvé pour les voyageurs de plus de 165cm. L'IMC supérieur à 25 était aussi associé à un risque accru de thrombose : 4.9 (IC à 95% : 2.3 - 10.6).

La présence de facteurs de risque augmente significativement le risque de faire une thrombo-embolie. Il semble donc pertinent de proposer une prophylaxie à ces patients. De plus, il est possible que le risque associé à plusieurs facteurs soit multiplicatif, augmentant encore plus le risque.

Les voyageurs les plus à risques sont ceux présentant des facteurs de risque de MTEV. Parmi ces facteurs, les plus cités comme nécessitant une prophylaxie sont : antécédents personnels ou familiaux de MTEV, chirurgie majeure récente, IMC supérieur à 30, immobilité, prise d'œstrogènes, thrombophilie, néoplasie active, taille inférieure à 165cm, grossesse ou post partum.

5.3. Protocole proposée pour la réduction du risque de thrombo-embolie

Le risque est défini comme une probabilité de survenue d'un événement indésirable entraînant éventuellement des préjudices ou dommages à la personne. Ici le risque peut être défini comme la possibilité de développer une thrombo-embolie au cours d'un vol long-courrier avec comme préjudice principal le développement d'une EP. Le risque est augmenté en présence de facteurs favorisants précédemment décrits. Il convient donc de les rechercher pour diminuer au maximum ce risque.

Cette intégration de la notion de risque dans la décision médicale ne peut être réalisée que si le patient en a connaissance, ce qui est malheureusement rarement observé comme ce fut le cas avec Emma Christoffen. En l'absence d'obligation vaccinale (fièvre jaune, méningite ACYW, poliomyélite) ou de recommandation sanitaire particulière comme la prévention antipaludique, beaucoup de voyageurs s'envolent sur des longs courriers sans avoir consulté préalablement un médecin.

Les étapes d'une démarche de prévention sont au nombre de quatre :

- **Informations** au niveau des professionnels de santé mais aussi auprès des voyageurs
- **Repérage** de la possibilité de l'événement indésirable et de ses conséquences
- **Recherche des facteurs de risque** pour la mise en œuvre des moyens de prévention primaire (éviter ce risque) et de la prévention secondaire pour en éviter les conséquences
- **Décision médicale** avec une analyse au cas par cas du rapport bénéfique/risque.

Cette approche médicale doit aussi intégrer la notion de prise de risque liée au voyageur. En effet, bien qu'informés certains voyageurs sont dans une acceptation de prise de risque, ne souhaitant pas suivre les éventuelles recommandations préconisées. Le médecin reste dans un rôle de conseil noté dans le dossier médical.

Ces recommandations seront décrites :

- Avant le départ avec les démarches de prévention
- Pendant le vol
- Après le vol

5.3.1. Préparation au voyage en avion

➤ Informations :

La formation universitaire et post-universitaire (Formation Médicale Continue) reste le levier essentiel pour informer le futur médecin et médecin de ces risques thrombo-emboliques décrits sur les vols long-courriers.

Le voyageur peut être bien évidemment informé auprès de son médecin traitant mais doit aussi venir de la part des compagnies aériennes lors de la délivrance des billets d'avions long-courriers.

Le voyageur doit savoir reconnaître les des symptômes évocateurs de MTEV.

➤ Repérage (notion de voyage sur un vol long-courrier) :

Le patient doit avertir son médecin de son futur voyage afin de le préparer au mieux. Le médecin généraliste est aussi invité à s'informer sur des projets de voyage pour les vacances mais aussi en fonction de la profession de son patient ou de son pays d'origine.

Différentes définitions du long-courrier ont été proposées. Aucune ne fait vraiment consensus. Cependant, parmi les 7 références les plus récentes sélectionnées, 5 avaient retenu comme définition du vol long-courrier un temps de trajet supérieur à 4h (31, 35, 40-42). Deux de ces 5 références étaient françaises. Il paraît donc cohérent de suivre ces lignes directrices et de proposer comme définition du vol long-courrier un temps de trajet supérieur à 4h.

➤ Recherche des facteurs de risque :

La majorité de ces facteurs favorisants souvent connus doit être recherchée ou confirmée par l'interrogatoire pendant une consultation. Une consultation dédiée à la préparation de ce voyage est souvent nécessaire. Ces facteurs de risques sont les antécédent personnels ou familiaux de MTEV, une chirurgie majeure notamment membres inférieurs ou pelvis depuis moins de 4 semaines, un IMC supérieur à 30, une grossesse, une néoplasie active (certaines néoplasies sont découverte au décours du bilan d'une MTEV), période post-partum depuis moins de 6 semaines, prise d'œstrogènes, mobilité limité (notamment immobilisation du membre inférieur). D'autres comme les thrombophilies d'origine génétique nécessitent des examens coûteux et invasifs. Compte tenu du coût il paraît déraisonnable de les rechercher systématiquement chez tous les voyageurs. La recherche peut se limiter aux voyageurs ayant des antécédents familiaux de thrombophilies et à ceux ayant des antécédents de MTEV idiopathique.

L'utilisation de la contraception orale est associée à un surrisque de TVP lors des vols long-courriers. Faut-il arrêter la contraception ? Proposer l'arrêt de la contraception ne semble pas être une solution bénéfique pour la patiente n'ayant aucun autre facteur de risque. Pour les patientes avec plusieurs facteurs de risques, il convient de discuter de l'arrêt en prenant en compte notamment le motif du voyage.

Pour les traitements hormonaux substitutifs la question se pose également lors des vols long-courriers.

➤ Décision médicale :

Les chaussettes de contention classe 2 (15 à 20mmHg), adaptées à la morphologie peuvent être prescrites par le médecin traitant lors de cette consultation. Les contentions proposées directement à la vente dans les aéroports ne sont pas forcément adaptées à la morphologie du patient. Afin de garantir une adaptation optimale des chaussettes ou bas de contention, il est préférable que les mesures soient prises le matin plus qu'en fin de journée où les jambes peuvent être œdématisées par insuffisance veino-lymphatique. Les chaussettes de contention doivent être mises dès le lever pour avoir une efficacité maximale.

De plus porter des vêtements amples et confortables est également conseillé.

La préparation du voyage passe également par le choix du siège côté couloir lors de la réservation. Mais aussi par le choix d'un siège au premier rang dans les cabines, ce qui permet d'allonger les jambes (un surcoût est demandé). Avec un certificat médical justifiant l'obligation d'avoir les jambes étendues ou en raison de risques de phlébites, certaines compagnies aériennes attribuent ces places aux voyageurs.

En salle d'embarquement, il est conseillé de favoriser la marche et d'éviter la station assise prolongée. En cas de retard, le temps passé assis en salle d'embarquement s'ajoute à celui passé en vol et favorise les thrombo-embolies.

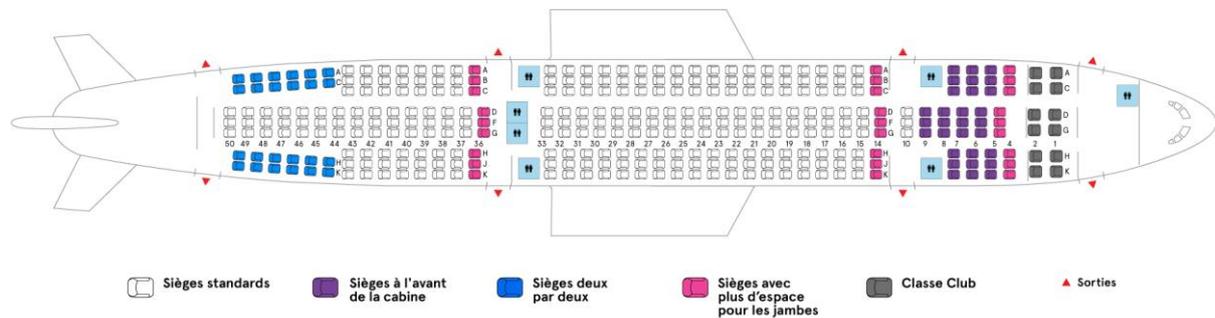


Figure 3 : plan de cabine d'un Airbus A330-300 comportant 375 sièges dont 27 au premier rang avec plus d'espace pour les jambes. Source : airtransat.com

Si le médecin a prescrit des HBPM, le patient doit faire en sorte de trouver un infirmier pour procéder à l'injection quelques heures avant le vol. L'apprentissage de l'auto-injection peut être bénéfique notamment lors des retours de voyage depuis l'étranger.

Ces précautions doivent également être prises pour le vol retour. Les retours depuis l'étranger compliquent l'accès à une infirmière pour l'injection quelques heures avant le vol.

Pour les patients déjà sous AVK, il ne paraît pas nécessaire de changer ou d'ajouter une mesure pharmacologique. Cependant, il paraît pertinent de vérifier l'INR avant le départ et pendant le séjour. Certains médicaments notamment les antipaludiques comme l'atovaquone / proguanil (Malarone®) potentialisent l'effet des AVK. De plus les traitements doivent être pris à heures régulières tout en faisant attention au décalage horaire. Un décalage de 2h par jour est généralement effectué afin de faire correspondre la prise de médicaments à l'heure locale. Ce décalage peut être effectué progressivement en France avant le départ.

Il est préférable que le voyageur dispose de son ordonnance établie en dénomination commune internationale (DCI) et en français, en anglais ou dans la langue du pays de la destination du vol (les traducteurs internet facilitent cette rédaction).

Pour les fumeurs très dépendants, des substituts nicotiques comme des patchs peuvent être prescrits par le médecin pour le vol. Le voyage peut être un argument supplémentaire afin de proposer au patient une aide au sevrage tabagique.

Tableau 4 : Proposition de mesures prophylactiques à réaliser avant le voyage

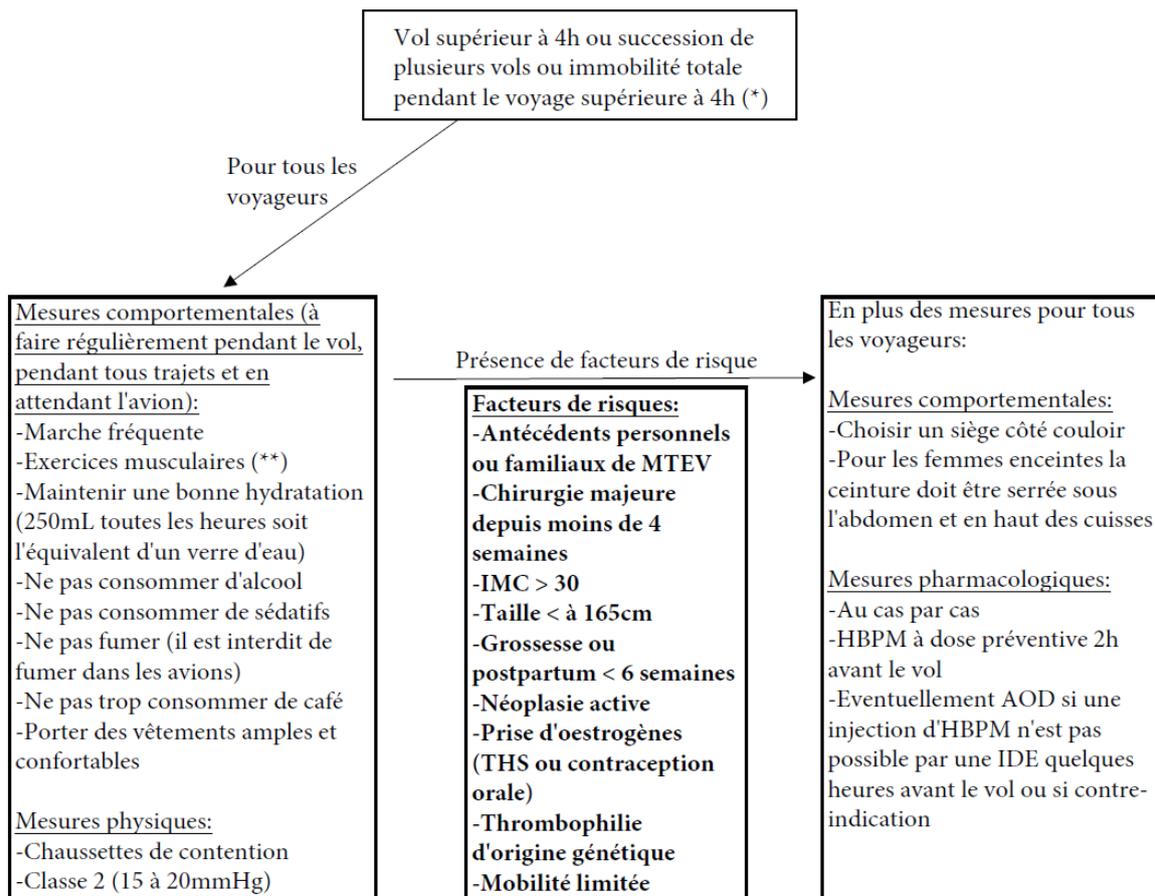
Mesures comportementales	Mesures physiques	Mesures pharmacologiques
<ul style="list-style-type: none"> - Consultation dédiée à la préparation du voyage - Favoriser la marche en salle d'embarquement (surtout si l'avion a du retard) - Choisir un siège côté couloir ou un siège au premier rang permettant d'allonger les jambes 	<ul style="list-style-type: none"> - Prescription de chaussettes de contention - Adaptées à la morphologie du patient - Mesures prises le matin - Chaussettes de contention à porter dès le matin 	<ul style="list-style-type: none"> - Prévoir un infirmier pour l'injection d'HBPM 2h avant le vol aller ET retour ou pour un apprentissage de l'auto-injection - Si le voyageur est sous AVK prévoir un contrôle d'INR avant et pendant le séjour (notamment si prise d'antipaludiques) - Traitement habituel à prendre à heures régulières en tenant compte du décalage horaire - Prescription de substituts nicotiniques si besoin

5.3.2. Pendant le vol

Les mesures comportementales, ne présentant pratiquement aucun inconvénient, sont à réaliser à intervalles réguliers. Elles comportent une marche fréquente (éviter les sédatifs), des exercices musculaires, maintien d'une bonne hydratation (éviter l'alcool et le café) et ne pas fumer (ce qui est interdit dans les avions).

Si le voyageur est sous anticoagulant, il ne doit pas oublier de prendre son traitement en fonction du décalage horaire.

Tout voyageur pendant le vol qui ressent des douleurs dans les mollets, une apparition brutale d'une dyspnée ou d'une douleur thoracique doit immédiatement prévenir le Personnel Navigant Commercial afin qu'un avis médical puisse être obtenu. Cet avis peut être obtenu soit auprès d'un médecin à bord suite à l'appel du commandant de bord, soit par radio grâce à une ligne d'urgence dédiée sur certaines compagnies aérienne comme Air France.



(*) Prendre en compte le temps d'immobilisation totale que comporte le voyage (voiture, salle d'embarquement et vol)
 (**) Soulever alternativement les orteils puis les talons, faire des mouvements de flexions / extensions de la cheville, contraction isométrique des muscles du mollet.

Figure 4 : proposition d'un protocole de prophylaxie des maladies thrombo-emboliques veineuses au cours des vols long-courriers

5.3.3. Après le vol

Le voyageur doit être prévenu des symptômes pouvant arriver plusieurs jours voire plusieurs semaines après le vol et devant faire consulter. Les principaux symptômes qui doivent alerter le voyageur sont les douleurs du mollet et la dyspnée.

La survenue d'un évènement thrombo-embolique nécessite un diagnostic étiologique. La recherche d'une thrombophilie, dont les indications sont bien définies, et d'une néoplasie est indiquée suivant l'âge et les antécédents du voyageur (61).

6. Conclusion

Devant le lien établi entre MTEV et les voyages en avion sur les long-courriers et avec la reprise du trafic aérien depuis 2022, le médecin généraliste est le principal interlocuteur pour proposer à ces voyageurs des conseils prophylactiques. Certes les recommandations restent très hétérogènes à ce sujet, et la définition même d'un vol long-courrier ne fait pas consensus à ce jour.

Après analyse bibliographique, trois grandes mesures ressortent des recommandations. Peu de ces mesures ont été validées par la littérature.

- Mesures comportementales : ce sont les mesures les plus recommandées, qu'il y ait ou non des facteurs de risques. Elles sont faciles à mettre en œuvre et ont l'avantage de n'avoir pratiquement aucun effet secondaire. De plus leur coût d'application est très faible, voire même inexistant. Hormis le fait de s'asseoir sur un siège côté couloir, le bénéfice de ces mesures n'a pas été prouvé.
- Mesures physiques : pour les patients avec facteurs de risque, une majorité des références recommandent le port de bas de contention classe 2. Pour les patients sans facteurs de risque les recommandations sont plus hétérogènes, évoquant la balance bénéfique / coût. Les études sont en faveur d'un bénéfice de cette mesure prophylactique. Les contentions permettent également d'améliorer le confort des passagers en réduisant l'œdème lié au voyage.
- Mesures pharmacologiques : ce sont les mesures les plus controversées. Les recommandations sur ce sujet sont très hétérogènes. Il existe un manque de preuves concernant leur efficacité : une seule étude a évalué l'efficacité des HBPM. Les anticoagulants les plus cités étaient les HBPM, uniquement pour les patients avec facteurs de risque et le plus souvent au cas par cas. Les AOD sont aussi cités dans les recommandations les plus récentes. Ce sont les mesures qui génèrent le plus d'effet indésirables. Il convient donc de tenir compte de la balance bénéfices / risques pour chaque patient avant de les prescrire.

La recherche des facteurs de risque du voyageur est donc primordiale. Les voyageurs avec des facteurs de risque sont les plus à risque de développer une thrombo-embolie. Ce risque augmente également avec la durée du vol.

Afin d'harmoniser la prophylaxie, il serait nécessaire d'établir les facteurs de risque lié aux vols long-courrier et aux voyageurs. De plus, des études complémentaires notamment sur les mesures pharmacologiques permettraient de mieux envisager la prescription d'HBPM ou d'AOD. Les preuves des mesures prophylactiques restent encore très limitées.

L'amélioration de la prophylaxie doit également passer par la sensibilisation auprès des patients ainsi que des médecins. Les compagnies aériennes sont invitées à donner aux voyageurs des consignes simples comme l'hydratation et les mouvements fréquents. Cependant ces informations ne doivent pas être anxiogènes. Il serait nécessaire d'harmoniser les recommandations et de les mettre en avant par le biais de formation afin d'aider au mieux le médecin dans le choix des mesures prophylactiques à privilégier.

Références bibliographiques

- (1) Perry K. Blood clot kills woman after flight. The Guardian [En ligne]. 23 oct 2000 [cité le 22 mars 2022]. Disponible : <https://www.theguardian.com/uk/2000/oct/23/keithperry>
- (2) Hamer DH, Connor BA. Travel health knowledge, attitudes and practices among United States travelers. *J Travel Med.* 1 Jan 2004;11(1):23-6. DOI: 10.2310/7060.2004.13577
- (3) Simpson K. Shelter Deaths From Pulmonary Embolism. *Lancet.* 14 déc 1940;236(6120):744. DOI: 10.1016/S0140-6736(00)92078-6
- (4) Homans J. Thrombosis of the Deep Leg Veins Due to Prolonged Sitting. *N Engl J Med.* 28 janv 1954;250(4):148-9. DOI: 10.1056/NEJM195401282500404
- (5) Symington IS, Stack BH. Pulmonary thromboembolism after travel. *Br J Dis Chest.* Avril 1977;71(2):138-40. DOI: 10.1016/0007-0971(77)90097-3
- (6) Cruickshank JM, Gorlin R, Jennett B. Air travel and thrombotic episodes: the economy class syndrome. *Lancet.* 27 août 1988;332(8609):497-8. DOI: 10.1016/s0140-6736(88)90134-1
- (7) House of Lords Select Committee on Science and Technology. Science and Technology - Fifth Report [en ligne]. 15 nov 2000 [cité le 22 mars 2022]. Disponible : <https://publications.parliament.uk/pa/ld199900/ldselect/ldsctech/121/12101.htm>
- (8) Jacobson BF, Münster M, Smith A, Burnand KG, Carter A, Abdool-Carrim AT, et al. The BEST study--a prospective study to compare business class versus economy class air travel as a cause of thrombosis. *S Afr Med J.* Juil 2003;93(7):522-8.
- (9) Pascarella L, Pappas TN. Phlebitis, pulmonary emboli and presidential politics: Richard M. Nixon's complicated deep vein thrombosis. *Am Surg.* Fév 2013;79(2):128-34. DOI: 10.1177/000313481307900222
- (10) Ferrari E, Chevallier T, Chapelier A, Baudouy M. Travel as a Risk Factor for Venous Thromboembolic Disease. *Fév 1999;115(2):440-4.* DOI: 10.1378/chest.115.2.440
- (11) Chandra D, Parisini E, Mozaffarian D. Meta-analysis: Travel and Risk for Venous Thromboembolism. *Ann Intern Med.* 4 août 2009;151(3):180-91. DOI: 10.7326/0003-4819-151-3-200908040-00129
- (12) Scurr JH, Machin SJ, Bailey-King S, Mackie IJ, McDonald S, Smith PDC. Frequency and prevention of symptomless deep-vein thrombosis in long-haul flights: a randomised trial. *Lancet.* 12 mai 2001;357(9267):1485-9. DOI: 10.1016/S0140-6736(00)04645-6
- (13) Lapostolle F, Surget V, Borron SW, Desmaizières M, Sordelet D, Lapandry C, et al. Severe pulmonary embolism associated with air travel. *N Engl J Med.* 13 sept 2001;345(11):779-83. DOI: 10.1056/NEJMoa010378
- (14) Pérez-Rodríguez E, Jiménez D, Díaz G, Pérez-Walton I, Luque M, Guillén C, et al. Incidence of air travel-related pulmonary embolism at the Madrid-Barajas airport. *Arch Intern Med.* 8 déc 2003;163(23):2766-70. DOI: 10.1001/archinte.163.22.2766
- (15) Kuipers S, Schreijer AJ, Cannegieter SC, Büller HR, Rosendaal FR, Middeldorp S. Travel and venous thrombosis: a systematic review. *J Intern Med.* Déc 2007;262(6):615-34. DOI: 10.1111/j.1365-2796.2007.01867.x
- (16) Lapostolle F, Le Toumelin P, Chassery C, Galinski M, Ameur L, Jabre P et al. Gender as a risk factor for pulmonary embolism after air travel. *Thromb Haemost.* Déc 2009;102(6):1165-8. DOI: 10.1160/TH09-06-0407
- (17) Heit JA. The epidemiology of venous thromboembolism in the community. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* Mars 2008;28(3):370-2. DOI: 10.1161/ATVBAHA.108.162545

- (18)Pomp ER, Lenselink AM, Rosendaal FR, Doggen CJ. Pregnancy, the postpartum period and prothrombotic defects: risk of venous thrombosis in the MEGA study. *J Thromb Haemost.* Avril 2008;6(4):632-7. DOI: 10.1111/j.1538-7836.2008.02921.x
- (19)Karsanji DJ, Bates SM, Skeith L. The risk and prevention of venous thromboembolism in the pregnant traveller. *J Travel Med.* 13 mars 2020;27(2):taz091. DOI: 10.1093/jtm/taz091
- (20)Kuipers S, Venemans A, Middeldorp S, Büller HR, Cannegieter SC, Rosendaal FR. The risk of venous thrombosis after air travel: contribution of clinical risk factors. *Br J Haematol.* Mai 2014;165(3):412-3. DOI: 10.1111/bjh.12724
- (21)Virchow R. *Gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftlichen* [En ligne]. Frankfurt: Meidinger;1856. Disponible: <https://wellcomecollection.org/works/m3tp5x6w/items>
- (22)Bourjeily G, Paidas M, Khalil H, Rosene-Montella K, Rodger M. Pulmonary embolism in pregnancy. *Lancet.* 6 fév 2010;375(9713):500-12. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)60996-X
- (23)Schreijer AJ, Cannegieter SC, Caramella M, Meijers JC, Krediet RT, Simons RM et al. Fluid loss does not explain coagulation activation during air travel. *Thromb Haemost.* Juin 2008;99(6):1053-9. DOI: 10.1160/TH07-11-0681
- (24)Mohr LC. Hypoxia during air travel in adults with pulmonary disease. *Am J Med Sci.* 2008;335(1):71-9.
- (25)Toff WD, Jones CI, Ford I, Pearse RJ, Watson HG, Watt SJ et al. Effect of hypobaric hypoxia, simulating conditions during long-haul air travel, on coagulation, fibrinolysis, platelet function, and endothelial activation. *JAMA.* 17 mai 2006;295(20):2251-61. DOI: 10.1001/jama.295.19.2251
- (26)Comission Européenne. *CORDIS* [En ligne]. Hybrid Aircraft seating requirement specification and Design [cité le 24 juillet 2022]. Disponible: <https://cordis.europa.eu/project/id/738076>
- (27)Présentation des résultats statistiques du transport aérien en 2019. ICAO [En ligne]. 2020 [cité le 22 mars 2022]. Disponible: https://www.icao.int/annual-report-2019/Documents/ARC_2019_Air%20Transport%20Statistics_fr.pdf
- (28)Organisation de l'aviation civile internationale. Augmentation du nombre total de passagers aériens dans le monde en 2021: mieux qu'en 2020, mais toujours moitié moins qu'avant la pandémie [En ligne]. 17 jan 2022 [Cité le 24 juin 2022]. Disponible: <https://www.icao.int/Newsroom/Pages/FR/2021-global-air-passenger-totals-show-improvement.aspx>
- (29)Chleir F. Maladie thromboembolique des voyages aériens. *EMC – Angéiologie.* Août 2018;13(1):1-6. DOI:10.1016/S2211-0364(18)85292-4
- (30)Kahn SR, Lim W, Dunn AS, Cushman M, Dentali F, Akl EA 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.* Fév 2012;141(2 Suppl):e195S-e226S. DOI: 10.1378/chest.11-2296
- (31)Schünemann HJ, Cushman M, Burnett AE, Kahn SR, Beyer-Westendorf J, Spencer FA et al. American Society of Hematology 2018 guidelines for management of venous thromboembolism: prophylaxis for hospitalized and nonhospitalized medical patients. *Blood Adv.* 27 nov 2018;2(23):3360-92. DOI: 10.1182/bloodadvances.2018024489
- (32)World Health Organization. International travel and health [En ligne]. 1 juin 2012. Disponible: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241580472>
- (33)Al-Hameed FM, Al-Dorzi HM, Abdelaal MA, Alaklabi A, Bakhsh E, Alomi YA et al. The Saudi clinical practice guideline for the prophylaxis of venous thromboembolism in long-distance travelers. *Saudi Med J.* Jan 2017;38(1):101-7. DOI: 10.15537/smj.2017.1.15738

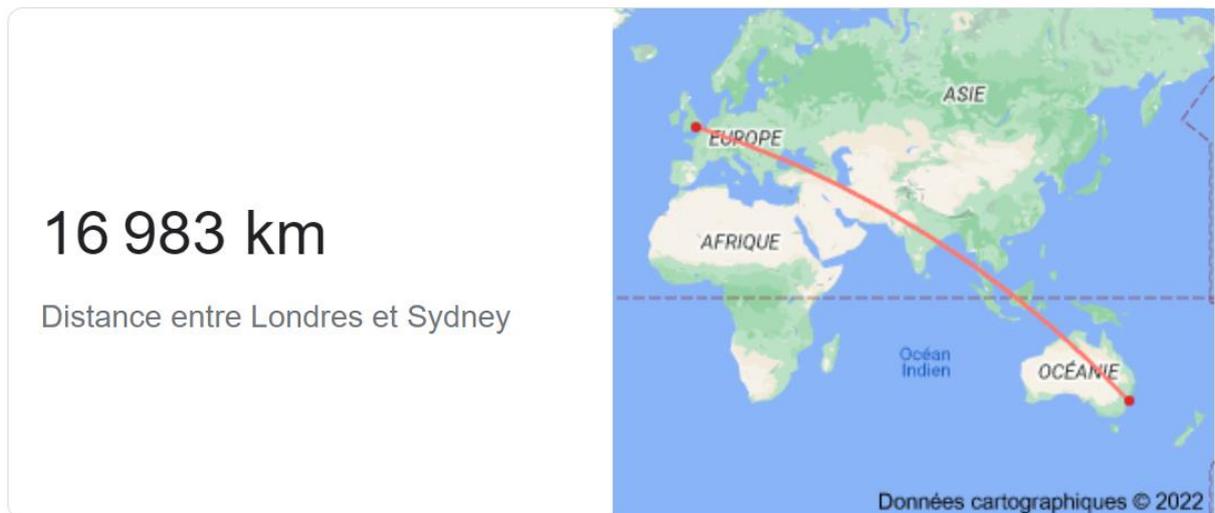
- (34)F. Lapostolle, P. Orer, S. Guynemer, F. Adnet. Accidents thromboemboliques et voyages aériens : évaluation du risque et stratégie prophylactique (Podcast). *Prat Anesth. Réanim.* Fév 2014;18(1) :45-51. DOI: 10.1016/j.pratan.2013.10.014
- (35)Santé publique France. Recommandations sanitaires pour les voyageurs, 2022 (à l'attention des professionnels de santé) [En ligne]. *Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire.* 2 juin 2022;Hors-série. Disponible: <https://www.santepubliquefrance.fr/content/download/443355/3498546>
- (36)Royal College of Obstetricians and Gynaecologists. Air Travel and Pregnancy : Scientific Impact Paper No. 1 [En ligne]. Mai 2013. Disponible: https://www-temp.rcog.org.uk/media/jw4jyghl/sip_1.pdf
- (37)Watson HG, Baglin TP. Guidelines on travel-related venous thrombosis. *Br J Haematol.* Jan 2011;152(1):31-4. DOI: 10.1111/j.1365-2141.2010.08408.x
- (38)Bartholomew JR, Schaffer JL, McCormick GF. Air travel and venous thromboembolism: minimizing the risk. *Cleve Clin J Med.* Fév 2011;78(2):111-20. DOI: 10.3949/ccjm.78a.10138
- (39)Josephs LK, Coker RK, Thomas M; BTS Air Travel Working Group; British Thoracic Society. Managing patients with stable respiratory disease planning air travel: a primary care summary of the British Thoracic Society recommendations. *Prim Care Respir J.* Juin 2013;22(2):234-8.
- (40)Czuprynska J, Arya R. Annotation: travel and thrombosis. *Br J Haematol.* Mars 2020;188(6):838-43. DOI: 10.1111/bjh.16120
- (41)Tamowicz B, Mikstacki A, Urbanek T, Zawilska K. Mechanical methods of venous thromboembolism prevention: from guidelines to clinical practice. *Pol Arch Intern Med.* 31 mai 2019;129(5):335-41. DOI: 10.20452/pamw.4482
- (42)Darmendrail C, Bismuth M, Mesthé P, Boyer P, Escourrou B, Oustric S. Prophylaxie des accidents thromboemboliques lors d'un voyage en avion. *Médecine.* Fév 2020;16(2):62-8. DOI: 10.1684/med.2020.516
- (43)Koh CH. Commercial Air Travel for Passengers With Cardiovascular Disease: Recommendations for Less Common Conditions, Considerations for Venous Thromboembolism, and General Guidance. *Curr Probl Cardiol.* Avril 2021;46(4):1-14. DOI: 10.1016/j.cpcardiol.2020.100782
- (44)Schreijer AJM, Cannegieter SC, Doggen CJM, Rosendaal FR. The effect of flight-related behaviour on the risk of venous thrombosis after air travel. *Br J Haematol.* Fév 2009;144(3):425-9. DOI: 10.1111/j.1365-2141.2008.07489.x
- (45)Clarke MJ, Broderick C, Hopewell S, Juszczak E, Eisinga A. Compression stockings for preventing deep vein thrombosis in airline passengers. *Cochrane Database Syst Rev.* 20 avril 2021;4(4):CD004002. DOI: 10.1002/14651858.CD004002.pub4
- (46)Hsieh HF, Lee FP. Graduated compression stockings as prophylaxis for flight-related venous thrombosis: systematic literature review. *J Adv Nurs.* Juil 2005; 51(1): 83–98. DOI: 10.1111/j.1365-2648.2005.03463.x
- (47)Belcaro G, Geroulakos G, Nicolaidis AN, Myers KA, Winford M. Venous thromboembolism from air travel: the LONFLIT study. *Angiology.* Juin 2001;52(6):369-74. DOI: 10.1177/000331970105200601
- (48)Cesarone MR, Belcaro G, Errichi BM, Nicolaidis AN, Geroulakos G, Ippolito E et al. The LONFLIT4--Concorde Deep Venous Thrombosis and Edema Study: prevention with travel stockings. *Angiology.* Mars 2003;54(2):143-54. DOI: 10.1177/000331970305400202
- (49)Belcaro G, Cesarone MR, Shah SS, Nicolaidis AN, Geroulakos G, Ippolito E et al. Prevention of edema, flight microangiopathy and venous thrombosis in long flights with elastic stockings. A

- randomized trial: The LONFLIT 4 Concorde Edema-SSL Study. *Angiology*. Nov 2002;53(6):635-45. DOI: 10.1177/000331970205300603
- (50) Cesarone MR, Belcaro G, Nicolaidis AN, Geroulakos G, Lennox A, Myers KA et al. The LONFLIT4-Concorde--Sigvaris Traveno Stockings in Long Flights (EcoTraS) Study: a randomized trial. *Angiology*. Jan 2003;54(1):1-9. DOI: 10.1177/000331970305400101
- (51) Belcaro G, Cesarone MR, Nicolaidis AN, Ricci A, Geroulakos G, Shah SS et al. Prevention of venous thrombosis with elastic stockings during long-haul flights: the LONFLIT 5 JAP study. *Clin Appl Thromb Hemost*. Jul 2003;9(3):197-201. DOI: 10.1177/107602960300900303
- (52) Vanek VW. Meta-analysis of effectiveness of intermittent pneumatic compression devices with a comparison of thigh-high to knee-high sleeves. *Am Surg*. Nov 1998;64(11):1050-8.
- (53) Hagan MJ, Lambert SM. A randomised crossover study of low-ankle-pressure graduated-compression tights in reducing flight-induced ankle oedema. *Med J Aust*. 21 jan 2008;188(2):81-4. DOI: 10.5694/j.1326-5377.2008.tb01527.x
- (54) Cesarone MR, Belcaro G, Nicolaidis AN, Incandela L, De Sanctis MT, Geroulakos G et al. Venous thrombosis from air travel: the LONFLIT3 study--prevention with aspirin vs low-molecular-weight heparin (LMWH) in high-risk subjects: a randomized trial. *Angiology*. Jan 2002;53(1):1-6. DOI: 10.1177/000331970205300101
- (55) Santé publique France. Recommandations sanitaires pour les voyageurs, 2021 (à l'attention des professionnels de santé) [En ligne]. *Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire*. 1 juin 2021;Hors-série. Disponible: <https://www.santepubliquefrance.fr/content/download/349458/3050053>
- (56) Eriksson BI, Borris LC, Friedman RJ, Haas S, Huisman MV, Kakkar AK et al. Rivaroxaban versus enoxaparin for thromboprophylaxis after hip arthroplasty. *N Engl J Med*. 26 juin 2008;358(37):2765-75. DOI: 10.1056/NEJMoa0800374
- (57) Parkin L, Bell ML, Herbison GP, Paul C, Skegg DC. Air travel and fatal pulmonary embolism. *Thromb Haemost*. Mai 2006;95(5):807-14. DOI: 10.1160/TH05-12-0813
- (58) Kuipers S, Cannegieter SC, Middeldorp S, Robyn L, Buller HR, Rosendaal FR. The absolute risk of venous thrombosis after air travel: a cohort study of 8,755 employees of international organisations. *PLoS Med*. Sep 2007;4(9):e290. DOI: 10.1371/journal.pmed.0040290
- (59) Kelman CW, Kortt MA, Becker NG, Li Z, Mathews JD, Guest CS et al. Deep vein thrombosis and air travel: record linkage study. *BMJ*. 8 nov 2003;327(7423):1072-5. DOI: 10.1136/bmj.327.7423.1072
- (60) Cooper HJ, Sanders SA, Berger RA. Risk of symptomatic venous thromboembolism associated with flying in the early postoperative period following elective total hip and knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. Juin 2014;29(6):1119-22. DOI: 10.1016/j.arth.2014.01.005
- (61) Sanchez O, Benhamou Y, Bertolotti L, Constant J, Couturaud F, Delluc A et al. Recommandations de bonne pratique pour la prise en charge de la maladie veineuse thromboembolique chez l'adulte. Version courte. *Rev Mal Respir*. 22 fév 2019;36(2):249-83. DOI: 10.1016/j.rmr.2019.01.003

Annexes



Annexe 1 : Jumbo de Qantas en 2020 à l'aéroport de Sydney pour son dernier décollage.
Source : ledevoir.com



Annexe 2 : distance la plus courte entre les aéroports de Londres et de Sydney

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
<p>A</p> <p>Preuve scientifique établie</p>	<p>Niveau 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - essais comparatifs randomisés de forte puissance ; - méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ; - analyse de décision fondée sur des études bien menées.
<p>B</p> <p>Présomption scientifique</p>	<p>Niveau 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - essais comparatifs randomisés de faible puissance ; - études comparatives non randomisées bien menées ; - études de cohortes.
<p>C</p> <p>Faible niveau de preuve scientifique</p>	<p>Niveau 3</p> <ul style="list-style-type: none"> - études cas-témoins. <p>Niveau 4</p> <ul style="list-style-type: none"> - études comparatives comportant des biais importants ; - études rétrospectives ; - séries de cas ; - études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).

Annexe 3 : gradation des recommandations et niveaux de preuve des articles scientifiques d'après la Haute Autorité de Santé

Résumé

Introduction : Le lien entre maladie thrombo-embolique veineuse (MTEV) et voyage en avion long-courrier est établi. Avec l'augmentation du trafic aérien, cette problématique devient de plus en plus un enjeu de santé publique. Les méthodes de prophylaxie divergent, aucune ne faisant vraiment consensus. Quelles sont les recommandations actuelles que le médecin généraliste peut proposer pour des patients qui vont effectuer des vols long-courriers pour réduire ce risque thrombo-embolique ? Quels en sont les facteurs de risque ?

Méthode : Une analyse systématique de la littérature des recommandations prophylactiques a été effectuée et concerne les articles publiés entre janvier 2010 et juin 2022, de langue anglaise ou française.

Résultats : Au total 16 références ont été retenues. Trois mesures principales ressortent des recommandations. Les mesures comportementales, les plus citées, sont les plus simples à mettre en œuvre et ne comportent pratiquement aucun effet indésirable : maintenir une bonne hydratation et éviter l'immobilité prolongée. Les mesures physiques sont celles qui bénéficient du meilleur niveau de preuve. Les mesures pharmacologiques sont les plus controversées et les plus sujettes à des recommandations hétérogènes. Compte tenu du risque hémorragique, l'évaluation bénéfices / risques pour chaque patient prend ici tout son sens.

Discussion : Même si peu de ces recommandations ont été validées scientifiquement, il paraît pertinent de proposer une prophylaxie. Cette prophylaxie doit être renforcée pour les voyageurs avec facteurs de risque. La recherche préalable au vol des facteurs de risque est primordiale. Le risque augmente également avec la durée du vol. Une harmonisation des pratiques paraît nécessaire notamment en établissant les facteurs de risques ainsi qu'une définition claire d'un vol long-courrier. Cette réduction du risque de MTEV passe également par une sensibilisation des voyageurs, des médecins ainsi que des compagnies aériennes.

Mots-clés : maladie thrombo-embolique veineuse, vol long-courrier, prophylaxie, médecine générale