



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



UNIVERSITÉ
DE LORRAINE



FACULTÉ
DE PHARMACIE

**UNIVERSITE DE LORRAINE
2020**

**FACULTE DE PHARMACIE
T H E S E**

Présentée et soutenue publiquement

le 25 Septembre 2020, sur un sujet dédié à :

**INTERET DE LA COMPRESSION DANS LA
PRESERVATION ET L'AMELIORATION DU RETOUR
VEINEUX CHEZ UN SPORTIF PRATIQUANT LA
COURSE A PIED**

pour obtenir

le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie

par Florian DUBOIS

né le 12 mars 1993

Membres du Jury

Président :	Madame Béatrice FAIVRE,	Professeur
Juges :	Monsieur Guillaume MORNIEUX,	Maître de Conférences
	Madame Reine EL OMAR,	Maître de Conférences
	Mme Anne DAUSSAN-WEIZMAN,	Pharmacien d'officine

UNIVERSITÉ DE LORRAINE
FACULTÉ DE PHARMACIE
Année universitaire 2019-2020

DOYEN

Raphaël DUVAL

Vice-Doyen

Julien PERRIN

Directrice des études

Marie SOCHA

Conseil de la Pédagogie

Présidente, Brigitte LEININGER-MULLER

Vice-Présidente, Alexandrine LAMBERT

Collège d'Enseignement Pharmaceutique Hospitalier

Présidente, Béatrice DEMORE

Commission Prospective Facultaire

Président, Christophe GANTZER

Vice-Président, Jean-Louis MERLIN

Commission de la Recherche

Présidente, Caroline GAUCHER

Chargés de Mission

Communication

Innovation pédagogique

Référente ADE

Référente dotation sur projet (DSP)

Référent vie associative

Aline BONTEMPS

Alexandrine LAMBERT

Virginie PICHON

Marie-Paule SAUDER

Arnaud PALLOTTA

Responsabilités

Filière Officine

Filière Industrie

Filière Hôpital

Pharma Plus ENSIC

Pharma Plus ENSAIA

Pharma Plus ENSGSI

Cellule de Formation Continue et Individuelle

Commission d'agrément des maîtres de stage

ERASMUS

Caroline PERRIN-SARRADO

Julien GRAVOULET

Isabelle LARTAUD,

Jean-Bernard REGNOUF de VAINS

Béatrice DEMORE

Marie SOCHA

Jean-Bernard REGNOUF de VAINS

Xavier BELLANGER

Igor CLAROT

Luc FERRARI

François DUPUIS

Mihayl VARBANOV

DOYENS HONORAIRES

Chantal FINANCE

Francine PAULUS

Claude VIGNERON

PROFESSEURS EMERITES

Jeffrey ATKINSON

Max HENRY

Pierre LEROY

Philippe MAINCENT

Claude VIGNERON

PROFESSEURS HONORAIRES

Jean-Claude BLOCK
 Pierre DIXNEUF
 Chantal FINANCE
 Marie-Madeleine GALTEAU
 Thérèse GIRARD
 Pierre LABRUDE
 Vincent LOPPINET
 Alain NICOLAS
 Janine SCHWARTZBROD
 Louis SCHWARTZBROD

ASSISTANTS HONORAIRES

Marie-Catherine BERTHE
 Annie PAVIS

MAITRES DE CONFERENCES HONORAIRES

Monique ALBERT
 Mariette BEAUD
 François BONNEAUX
 Gérard CATAU
 Jean-Claude CHEVIN
 Jocelyne COLLOMB
 Bernard DANGIEN
 Marie-Claude FUZELLIER
 Françoise HINZELIN
 Marie-Hélène LIVERTOUX
 Bernard MIGNOT
 Blandine MOREAU
 Dominique NOTTER
 Francine PAULUS
 Christine PERDICAKIS
 Marie-France POCHON
 Anne ROVEL
 Gabriel TROCKLE
 Maria WELLMAN-ROUSSEAU
 Colette ZINUTTI

ENSEIGNANTS

Section CNU

*

Discipline d'enseignement

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS
HOSPITALIERS**

Danièle BENSOUSSAN-LEJZEROWICZ		
Béatrice DEMORE	82	Thérapie cellulaire
Jean-Louis MERLIN	81	Pharmacie clinique
Jean-Michel SIMON	82	Biologie cellulaire
Nathalie THILLY	81	Economie de la santé, Législation pharmaceutique
	81	Santé publique et Epidémiologie

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Ariane BOUDIER		
Christine CAPDEVILLE-ATKINSON	85	Chimie Physique
Igor CLAROT	86	Pharmacologie
Joël DUCOURNEAU	85	Chimie analytique
Raphaël DUVAL	85	Biophysique, Acoustique, Audioprothèse
Béatrice FAIVRE	87	Microbiologie clinique
Luc FERRARI	87	Hématologie, Biologie cellulaire
Pascale FRIANT-MICHEL	86	Toxicologie
Christophe GANTZER	85	Mathématiques, Physique
Frédéric JORAND	87	Microbiologie
Isabelle LARTAUD	87	Eau, Santé, Environnement
Dominique LAURAIN-MATTAR	86	Pharmacologie
Brigitte LEININGER-MULLER	86	Pharmacognosie
Patrick MENU	87	Biochimie
Jean-Bernard REGNOUF de VAINS	86	Physiologie
Bertrand RIHN	86	Chimie thérapeutique
	87	Biochimie, Biologie moléculaire

**MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS -
PRATICIENS HOSPITALIERS**

Alexandre HARLE		
Julien PERRIN	82	<i>Biologie cellulaire oncologique</i>
Loïc REPEL	82	<i>Hématologie biologique</i>
Marie SOCHA	82	<i>Biothérapie</i>
	81	<i>Pharmacie clinique, thérapeutique et biotechnique</i>

MAITRES DE CONFÉRENCES

Xavier BELLANGER ^H		
Emmanuelle BENOIT ^H	87	<i>Parasitologie, Mycologie médicale</i>
Isabelle BERTRAND ^H	86	<i>Communication et Santé</i>
Michel BOISBRUN ^H	87	<i>Microbiologie</i>
Cédric BOURA ^H	86	<i>Chimie thérapeutique</i>
Sandrine CAPIZZI	86	<i>Physiologie</i>
Antoine CAROF	87	<i>Parasitologie</i>
Sébastien DADE	85	<i>Informatique</i>
Dominique DECOLIN	85	<i>Bio-informatique</i>
Natacha DREUMONT ^H	85	<i>Chimie analytique</i>
Florence DUMARCAY ^H	87	<i>Biochimie générale, Biochimie clinique</i>
François DUPUIS ^H	86	<i>Chimie thérapeutique</i>
Reine EL OMAR	86	<i>Pharmacologie</i>
Adil FAIZ	86	<i>Physiologie</i>
Anthony GANDIN	85	<i>Biophysique, Acoustique</i>
Caroline GAUCHER ^H	87	<i>Mycologie, Botanique</i>
Stéphane GIBAUD ^H	86	<i>Chimie physique, Pharmacologie</i>
Thierry HUMBERT	86	<i>Pharmacie clinique</i>
Olivier JOUBERT ^H	86	<i>Chimie organique</i>
ENSEIGNANTS (suite)	86	<i>Toxicologie, Sécurité sanitaire</i>

Section CNU

*

Discipline d'enseignement

Alexandrine LAMBERT		
Julie LEONHARD	85	<i>Informatique, Biostatistiques</i>
Christophe MERLIN ^H	86/01	<i>Droit en Santé</i>
Maxime MOURER	87	<i>Microbiologie environnementale</i>
Coumba NDIAYE	86	<i>Chimie organique</i>
Arnaud PALLOTTA	86	<i>Epidémiologie et Santé publique</i>
Marianne PARENT	85	<i>Bioanalyse du médicament</i>
Caroline PERRIN-SARRADO	85	<i>Pharmacie galénique</i>
Virginie PICHON	86	<i>Pharmacologie</i>
Sophie PINEL ^H	85	<i>Biophysique</i>
Anne SAPIN-MINET ^H	85	<i>Informatique en Santé (e-santé)</i>
Marie-Paule SAUDER	85	<i>Pharmacie galénique</i>
Guillaume SAUTREY	87	<i>Mycologie, Botanique</i>
Rosella SPINA	85	<i>Chimie analytique</i>
Sabrina TOUCHET	86	<i>Pharmacognosie</i>
Mihayl VARBANOV	86	<i>Pharmacochimie</i>
Marie-Noëlle VAULTIER	87	<i>Immuno-Virologie</i>
Emilie VELOT ^H	87	<i>Mycologie, Botanique</i>
Mohamed ZAIYOU ^H	86	<i>Physiologie-Physiopathologie humaines</i>
	87	<i>Biochimie et Biologie moléculaire</i>

PROFESSEUR ASSOCIE

Julien GRAVOULET

86 *Pharmacie clinique*

PROFESSEUR AGREGE

Christophe COCHAUD

11 *Anglais*

^H Maître de conférences titulaire HDR

*** Disciplines du Conseil National des Universités :**

80 : Personnels enseignants et hospitaliers de pharmacie
en sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la
santé

81 : Personnels enseignants et hospitaliers de pharmacie en sciences du médicament et des autres produits de santé

82 : Personnels enseignants et hospitaliers de pharmacie en sciences biologiques, fondamentales et cliniques

85 ; Personnels enseignants-chercheurs de pharmacie en sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé

86 : Personnels enseignants-chercheurs de pharmacie en sciences du médicament et des autres produits de santé

87 : Personnels enseignants-chercheurs de pharmacie en sciences biologiques, fondamentales et cliniques

11 : Professeur agrégé de lettres et sciences humaines en
langues et littératures anglaises et anglo-saxonnes

SERMENT DE GALIEN

En présence des Maitres de la Faculté, je fais le serment :

D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle aux principes qui m'ont été enseignés et d'actualiser mes connaissances

D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de Déontologie, de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers la personne humaine et sa dignité

En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

De ne dévoiler à personne les secrets qui m'auraient été confiés ou dont j'aurais eu connaissance dans l'exercice de ma profession

De faire preuve de loyauté et de solidarité envers mes collègues pharmaciens

De coopérer avec les autres professionnels de santé

Que les Hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

« LA FACULTE N'ENTEND DONNER AUCUNE
APPROBATION, NI IMPROBATION AUX
OPINIONS EMISES DANS LES THESES, CES
OPINIONS DOIVENT ETRE CONSIDEREES
COMME PROPRES A LEUR AUTEUR ».

REMERCIEMENTS

A ma présidente et directrice de thèse,

Le Professeur Béatrice Faivre,

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de diriger cette thèse et de présider ce jury. Pour votre bienveillance, veuillez trouver ici l'expression de ma sincère gratitude.

A mon directeur de thèse,

Le Docteur Guillaume Mornieux,

Pour m'avoir fait l'honneur de diriger cette thèse, pour votre disponibilité et votre patience. Je vous remercie sincèrement d'avoir accepté d'apporter votre expertise à ce travail.

Au docteur Reine El Omar,

Pour m'avoir fait l'honneur d'apporter vos connaissances pour juger ce travail. Veuillez trouver ici l'expression de ma reconnaissance.

Au docteur Anne Daussan-Weizman,

Pour m'avoir fait l'honneur d'apporter votre vision de pharmacien d'officine afin de juger mon travail. Veuillez trouver ici l'expression de ma reconnaissance.

A mes parents,

Sans lesquels rien n'aurait été possible. Vous avez cru en moi et m'avez soutenu. Merci d'avoir fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Je vous aime.

A Marine,

Pour le soutien inconditionnel que tu m'apportes au quotidien depuis toutes ces années. Pour tous les moments que nous avons passés et que nous passerons encore ensemble. Je vous souhaite encore beaucoup d'années de bonheur. Je t'aime.

A mes sœurs,

Pour votre présence et votre soutien, nous ne sommes pas aussi proches que d'autres fratries mais je vous aime.

A mes grands-parents,

Pour la bienveillance et la sagesse dont vous avez fait preuve pendant le début de nos vies. Votre souvenir est impérissable.

A mes tantes, oncles, cousines et cousins,

Pour tous les moments passés ensemble, malgré la rareté de nos échanges, les sentiments sont toujours là.

Aux familles Brière, Charles et Debar,

Pour l'accueil que vous m'avez fait dans vos familles respectives. Je suis très content d'y avoir trouvé une place.

A Zakaria,

Pour ces 19 ans d'amitié sans faille, nous avons passé notre enfance et nos études côte à côte, que cela continue pour notre vie « d'adulte ».

A Maryne, Romain,

Le temps nous éloigne mais je sais que je pourrai toujours compter sur vous. Merci d'être toujours là.

A Julien, Clémentine, Paul-Henri, Alexandre, Audrey, Théo, Claire, Thibault, Sarah, Maëva, Tancrede, Doreen, Kada, Florent, Pierre B et Pierre E

Pour le temps passé et les aventures vécues avec vous. On dit que les amis que l'on se fait à l'université sont pour la vie, avec vous, le doute n'est pas permis.

A mes amis,

A l'AAEPN,

A l'équipe de la pharmacie des ducs de lorraine,

Pour votre accueil et votre bonne humeur. Pour m'avoir donné le goût du travail bien fait.

TABLE DES MATIERES

TABLES DES ILLUSTRATIONS	13
TABLE DES TABLEAUX	16
INTRODUCTION	17
1. PHYSIOLOGIE DU RETOUR VEINEUX	18
Rappels cardiovasculaires	18
1.1.1. La fréquence cardiaque (FC)	19
1.1.2. Volume d'éjection systolique (VES)	19
Le système vasculaire	20
1.1.3. Le système artériel	20
1.1.4. Le système capillaire	21
1.1.5. Le système veineux	21
Hémodynamique veineuse	23
1.1.6. Les pompes veineuses (9)	24
1.1.7. Les paramètres modifiables	27
La maladie veineuse chronique	28
1.1.8. Définition (19)	29
1.1.9. Symptômes	29
1.1.10. Signes cliniques	30
1.1.11. Complications aiguës	34
2. LA PRATIQUE DE LA COURSE A PIED	37
Course à pied, "jogging" et "running"	37
Physiologie de la course à pied	38
2.1.1. L'effort musculaire	38
Adaptations musculaires	43
2.1.2. Les activités aérobies (43) (44)	44
2.1.3. Les activités anaérobies (43,44)	44
Attaque du pied au sol (48)	45

Efficacité	45
2.1.4. Performance	45
2.1.5. Récupération (50,51)	47
Blessures (13,52)	48
Impacts de la course à pied sur la santé	49
2.1.6. Bénéfices de la course à pied pratiquée de façon régulière (54)	49
2.1.7. Risques sur la santé d'une pratique non adaptée de la course à pied (67)	51
3. PRINCIPES DE LA COMPRESSION ET UTILISATION (4,72–75).....	54
Rappels sémantiques	54
3.1.1. Contention	54
3.1.2. Compression (73,75)	54
3.1.3. Confusions.....	54
Principe mécanique	55
Compression médicale	56
3.1.4. Bandes (4,76)	56
3.1.5. Les « bas à varices », « bas de contention » ou bas médicaux de compression (BMC) (75)	56
Utilisation chez le sportif (71,73,79).....	59
3.1.6. Objectifs	59
3.1.7. Différents systèmes	60
Effets de la compression chez le sportif (71)	60
3.1.8. La compression progressive	60
3.1.9. La compression dégressive.....	62
3.1.10. Etat des connaissances	63
3.1.11. Conclusion.....	70
4. QUESTIONNAIRE COMPRESSION ET COURSE A PIED.....	72
Matériels et méthodes.....	72
4.1.1. Matériels.....	72
4.1.2. Méthodes	73
Résultats	73
4.1.3. Démographie	73
4.1.4. Habitudes de courses	75

4.1.5. Effets de la compression	81
4.1.6. Origine de la compression.....	88
Discussion	90
5. LE PHARMACIEN, UN INTERLOCUTEUR DE CHOIX	94
Les conseils hygiéno-diététiques.....	94
5.1.1. Posture	94
5.1.2. Température	94
5.1.3. Alimentation et mode de vie	95
5.1.4. L'activité physique	95
Les bonnes pratiques de course à pied	95
5.1.5. Echauffement	95
5.1.6. Hydratation.....	96
5.1.7. Récupération.....	96
5.1.8. Compléments alimentaires	96
5.1.9. Prévention des blessures.....	96
5.1.10. Choix de la chaussure (113).....	97
À qui conseiller la compression sportive ?.....	98
5.1.11. Le patient souffrant d'affection veineuse	98
5.1.12. La population à risque d'insuffisance veineuse	98
5.1.13. Le sportif sain.....	101
5.1.14. Conseils sur la compression	101
CONCLUSION.....	104
BIBLIOGRAPHIE	105
ANNEXES.....	I
Annexe 1 : Mécanismes biologiques pouvant être impliqués dans l'association entre activité physique et cancer.	I
Annexe 2 : Ensemble des effets attribuables à la compression selon la méta-analyse de Born et al.	II
Annexe 3 : Ensemble des études utilisées dans chaque méta-analyse Born et al.....	III
Annexe 4 : Questionnaire « Compression et course à pied »	IX

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Schéma simplifié de la circulation pulmonaire et de la circulation systémique (2)	19
Figure 2 : Schéma simplifié de la structure des artères, des veines et des capillaires (3).....	20
Figure 3 : Schéma descriptif du système veineux profond, "l'arbre" (4)	22
Figure 4 : Schéma descriptif du réseau veineux superficiel du membre inférieur "le filet" (5)	22
Figure 5 : Schéma descriptif du système valvulaire dirigeant le flux et fractionnement la colonne sanguine (7)	23
Figure 6 : Graphique représentant la distribution des pressions le long du réseau vasculaire chez la personne allongée (7)	24
Figure 7: Représentation schématique des variations de pression dans le système vasculaire entre les positions debout et assise (Pressions en mmHg) (8).....	24
Figure 8 : Schéma représentatif des variations de pression thoracique et abdominale au cours de la respiration (12)	25
Figure 9 : Schéma représentant l'effet de la contraction du mollet sur le flux sanguin musculaire et veineux (14).	26
Figure 10: Pompe musculaire : <i>En se contractant, les muscles squelettiques compriment les veines. Les valvules situées en aval du point de compression s'ouvrent et le sang est propulsé vers le cœur. Le reflux du sang ferme les valvules situées amont du point de compression</i> (15)	27
Figure 11 : Graphique schématisant les effets de la posture et du mouvement sur la pression veineuse au niveau de la cheville (7)	27
Figure 12 : Détails de la classification CEAP (Clinique, Etiologie, Anatomie, Physiopathologie) (20).....	30
Figure 13 : Photographie de téléangiectasies aussi appelées varicosités (22)	30
Figure 14 : Photographie d'une veine variqueuse située au niveau du membre inférieur (23)	31
Figure 15 : Photographie d'un œdème des membres inférieurs (24)	32
Figure 16 : Photographie d'une dermite ocre au niveau de la jambe (25)	32
Figure 17 : Photographie d'eczéma variqueux au niveau de la jambe (26)	33
Figure 18 : Photographie d'une hypodermite scléreuse sur membre inférieur (27).....	33
Figure 19 : Photographie d'une atrophie blanche au niveau du membre inférieur (28)	33
Figure 20 : Photographie d'un ulcère variqueux retro-malléolaire (29)	34
Figure 21 : Photographie d'une thrombophlébite veineuse superficielle sur le trajet d'une veine du membre inférieur (31).....	35

Figure 22 : Photographie d'une thrombose veineuse profonde au niveau du mollet (33)	35
Figure 23 : Schéma représentatif d'une embolie pulmonaire (34)	36
Figure 24 : Représentation schématique des différentes structures composant un muscle (40)	39
Figure 25 : Représentation d'une myofibrille et d'un sarcomère au repos (en haut) et au cours d'une contraction (en bas) (41)	40
Figure 26 : Schéma récapitulatif du bilan énergétique de la respiration cellulaire (45)	43
Figure 27 : Représentation schématique des variations de pressions au repos ou à l'effort apportées par la compression et la contention (6)	55
Figure 28 : Photographie de la structure du "tricot élastique tramé" qui compose les bas médicaux de compression (77).....	57
Figure 29 : Schéma représentatif du principe de la progressivité de la compression (80).....	61
Figure 30 : Schéma représentatif du principe de dégressivité de la compression (80)	62
Figure 31: Démographie de l'échantillon en fonction du sexe et de l'âge des coureurs	74
Figure 32 : Utilisation de vêtements de compression sportifs en fonction du sexe (à gauche) et de l'âge (à droite) des coureurs interrogés	74
Figure 33 : Utilisation des vêtements de compression en fonction de l'ancienneté de la pratique de la course à pied des coureurs interrogés	75
Figure 34 : Utilisation des vêtements de compression en fonction de la distance parcourue lors des sorties course à pied des coureurs interrogés	76
Figure 35 : Répartition de l'utilisation des vêtements de compression en fonction de la distance parcourue.....	77
Figure 36 : Utilisation de vêtements de compression en fonction de la fréquence des sorties course à pied des coureurs interrogés.....	78
Figure 37: Répartition de l'utilisation des vêtements de compression en fonction de la fréquence de course.....	78
Figure 38 : Représentation du volume de course par la répartition des coureurs en fonction de la fréquence de leurs sorties et de la distance parcourue lors des sorties en haut : les sportifs qui utilisaient des vêtements de compression en bas : les sportifs qui n'utilisaient pas de vêtements de compression.....	79
Figure 39 : Représentation de l'utilisation de vêtements de compression en fonction des chaussures utilisées (à gauche) et des terrains pratiqués (à droite) par les coureurs interrogés.	80
Figure 40: Répartition des coureurs utilisant la compression sportive en fonction du type de vêtements utilisé.....	81
Figure 41 : Type de compression utilisée par les sportifs utilisant des vêtements de compression.....	82

Figure 42: Répartition des coureurs utilisant la compression sportive en fonction de la pression exercée par le vêtement de compression.....	82
Figure 43: Répartition des coureurs utilisant la compression sportive en fonction du moment de port du vêtement de compression.	83
Figure 44 : Répartition des coureurs utilisant la compression sportive en fonction de la distance parcourue lors de l'utilisation du vêtement de compression.	84
Figure 45: Ensemble des effets recherchés par les sportifs utilisant la compression.....	85
Figure 46 : Distribution des coureurs utilisant des vêtements de compression en fonction des effets recherchés et ressentis (les pourcentages exprimés dans la figure sont calculés grâce au nombre de reponses pour l'ensemble des effets recherchés ou l'ensemble des effets ressentis)	86
Figure 47 : Distribution des coureurs utilisant des vêtements de compression par sexe en fonction des effets recherchés par le port de vêtements de compression.....	86
Figure 48 : Distribution des coureurs par tranche d'âge en fonction des effets recherchés par le port de vêtement de compression	87
Figure 49 : Origine des vêtements de compression des coureurs interrogés	88
Figure 50 : Sexe des coureurs interrogés en fonction de la provenance de leurs vêtements de compression.....	89
Figure 51 : Âge des coureurs interrogés en fonction de la provenance de leurs vêtements de compression.....	89
Figure 52: Marques des vêtements de compression utilisés par les coureurs interrogés	90
Figure 53 : Impact de l'hérédité sur la prévalence de la maladie veineuse (4).....	99
Figure 54 : Impact de l'âge sur la prévalence de la maladie veineuse (4)	99
Figure 55 : Schéma des étapes d'enfilage des bas de compression médicale recommandée par la CNAM (117)	102

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Indications des différents dispositifs de compression en fonction des situations cliniques (78)..... 57

Tableau 2: Autres effets recherchés (à gauche) et ressentis (à droite) par les coureurs lors du port de vêtements de compression classés par le nombre de fois qu'ils sont évoqués 87

INTRODUCTION

Le mode de vie sédentaire de plus en plus installé dans notre quotidien induit de nombreux méfaits pour notre santé et notamment pour notre retour veineux. Le meilleur moyen de s'en prémunir est de conserver une activité physique régulière qui mobilise les articulations et sollicite les muscles des membres inférieurs. Aujourd'hui un français sur trois pratique la course à pied, que ce soit la course du dimanche matin pour se maintenir en forme ou la préparation d'une grande course comme un marathon ou un ultra-trail. Depuis les années 2000, les courses à pieds organisées sont nombreuses et comptent de plus en plus d'adeptes, en tête de liste le marathon de Paris qui regroupait, pour son édition 2019, plus de 60000 inscrits. L'essor de la course à pied ou « running » en fait un marché intéressant pour les fabricants de vêtements et d'accessoires sportifs, notamment le marché des chaussettes de compression qui explose depuis quelques années à grand renfort de marketing ayant largement contribué à favoriser leur utilisation.

Initialement conçus pour lutter contre l'insuffisance veineuse, dont ils sont le principal traitement, les vêtements de compression prennent une part de plus en plus importante dans l'équipement du coureur de fond. Pourtant, en décembre 2010 la haute autorité de santé (HAS) publiait un rapport sur le bon usage des technologies de santé dont la compression veineuse dans les affections veineuses chroniques, on y apprenait que la compression n'a pas prouvé d'effet sur le ralentissement de l'évolution de l'affection veineuse aux premiers stades de la classification CEAP (Clinique, Etiologie, Anatomie et Physiopathologie) (1).

Il est donc pertinent de se demander si la compression a un effet sur la course à pied et plus particulièrement sur le retour veineux du coureur de fond. L'objectif de ce travail est donc dans un premier temps de définir théoriquement l'impact de la course à pied et de la compression sur le retour veineux. Pour établir ces liens nous définirons d'abord le système veineux, son fonctionnement et ses limites, ensuite nous décomposerons la course à pied selon sa physiologie, sa pratique et ses intérêts. Dans une troisième partie nous étudierons les principes de la compression médicale et sportive et les effets déjà étudiés sur la course à pied. De plus, afin de comprendre l'usage de la compression dans le cadre spécifique de la course à pied, nous avons réalisé un questionnaire sur l'utilisation de la compression par des sportifs qui pratiquaient la course à pied que nous analyserons dans une quatrième partie. Enfin nous clôturerons avec une partie plus pratique sur le rôle du pharmacien d'officine dans le conseil de compression sportive.

1. PHYSIOLOGIE DU RETOUR VEINEUX

Pour comprendre l'impact de la course à pied et de la compression sur le retour veineux, il est essentiel de définir les caractéristiques physiologiques du système veineux, l'importance du retour veineux et ses limites.

1.1. Rappels cardiovasculaires

Le système cardiovasculaire est indispensable au corps humain, il permet le transport et la distribution des éléments essentiels aux tissus et l'élimination des déchets métaboliques produits. Il a aussi un rôle dans l'équilibre de l'homéostasie puisqu'il intervient dans la régulation de la température, dans la communication hormonale à travers le corps et des ajustements en dioxygène (O₂) ou en nutriments.

Tout cela est possible grâce au cœur, une double pompe montée en série. Le cœur droit constitué de l'atrium droite et du ventricule droit reçoit le sang de la circulation générale et l'envoi dans la circulation pulmonaire (la petite circulation). La circulation pulmonaire conduit le sang vers les poumons puis revient à l'atrium gauche. Le seul rôle de cette circulation est d'assurer les échanges gazeux indispensables au maintien de l'homéostasie ; essentiellement l'échange de dioxyde de carbone (CO₂) contre de l'O₂. Le sang chargé en O₂ revient ensuite au cœur par les veines pulmonaires, il passe ensuite au ventricule gauche qui le propulse par l'aorte dans l'ensemble des organes et tissus du corps, c'est la circulation générale.

L'ensemble du sang qui sort du ventricule gauche en une minute est appelé le débit cardiaque. Le système cardiovasculaire est une boucle fermée, le volume de sang expulsé par le ventricule gauche est égal au volume de sang qui retourne dans le ventricule droit à l'équilibre.

Le débit cardiaque (DC) = FC x VES

Où FC est la fréquence cardiaque et VES le volume d'éjection systolique.

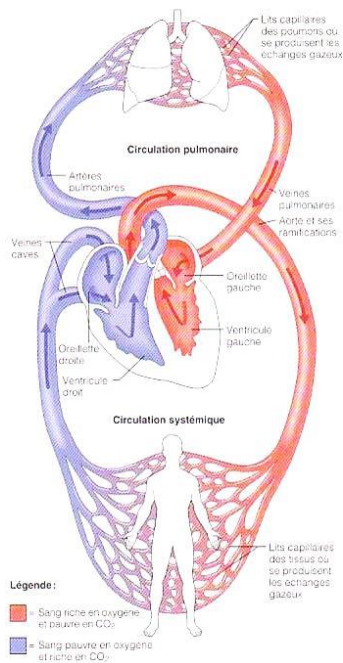


Figure 1 : Schéma simplifié de la circulation pulmonaire et de la circulation systémique (2)

1.1.1. La fréquence cardiaque (FC)

La fréquence cardiaque correspond au nombre de battements du cœur par minute. Elle est en moyenne autour de 60 à 80 battements par minute au repos. Elle diminue naturellement avec l'âge et augmente en altitude pour contrer la diminution de l'oxygène et en cas de chaleur pour améliorer la thermorégulation. Elle augmente aussi pendant l'exercice proportionnellement à l'effort jusqu'à un maximum théorique calculable comme suit :

$$\text{FC}_{\text{Max}} = 207 - 0,7 \times \text{âge}$$

Une fréquence cardiaque basse, au repos ou à l'exercice, est le reflet d'un volume et d'une masse du muscle cardiaque augmentés permettant une augmentation du débit synonyme d'une plus grande efficacité de la pompe cardiaque.

1.1.2. Volume d'éjection systolique (VES)

Le VES ou volume d'éjection systolique, représente le volume de sang moyen éjecté par le ventricule gauche lors d'une contraction. Il augmente avec l'intensité de l'exercice et détermine l'endurance cardiorespiratoire. Le VES est directement proportionnel à la force contractile des ventricules ; en prenant en compte les valeurs moyennes de la fréquence (75 battements par minute) et du VES (70ml/battement) on peut aisément calculer le débit cardiaque moyen.

$$\begin{aligned} \text{DC moyen} &= 75\text{b/min} \times 70 \text{ ml/b} \\ \text{Donc DC} &= 4900\text{mL/min soit } 4.9\text{L/min} \end{aligned}$$

Or, le volume total de sang est en moyenne de 5 litres, donc la quasi-totalité du sang passe à travers le cœur chaque minute.

Le débit cardiaque dépend de 4 facteurs : le retour veineux, la capacité de remplissage ventriculaire (la précharge), la contractibilité du ventricule et la pression dans l'aorte (la postcharge).

1.2. Le système vasculaire

Les vaisseaux sanguins forment une boucle qui part du cœur et qui s'y termine. Le sang quitte le cœur par les grosses artères qui se ramifient de nombreuses fois en artères plus étroites, les artérioles. Celles-ci se divisent encore en capillaires qui sont les plus petits des vaisseaux. Le sang capillaire retourne ensuite au cœur par l'intermédiaire des veinules qui se rejoignent et forment des veines plus importantes pour rejoindre le cœur. Artères, artérioles, veinules et veines n'ont qu'un rôle de transport. Seuls les capillaires permettent les échanges directement avec les cellules.

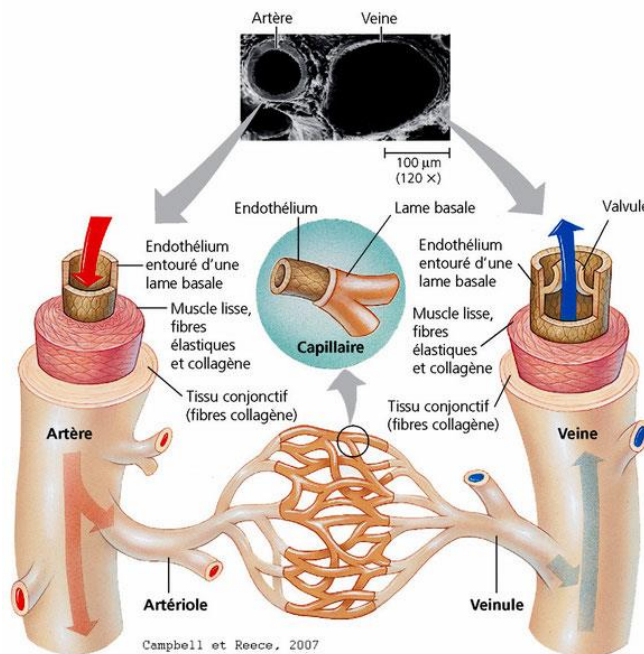


Figure 2 : Schéma simplifié de la structure des artères, des veines et des capillaires (3)

1.2.1. Le système artériel

Dans la circulation systémique, les artères et artérioles sont les vaisseaux qui permettent d'acheminer le sang oxygéné du cœur vers tous les organes et tissus. Une artère est composée de 3 couches ou tuniques :

- La tunique la plus interne, *l'intima*, constituée d'un épithélium squameux simple qui tapisse la lumière de tous les vaisseaux. Il constitue une surface lisse qui limite au maximum les frictions entre le sang et la surface des vaisseaux.

- La tunique moyenne, *la media*, constituée en grande partie de muscles lisses disposés en anneaux et d'élastine. C'est la partie la plus épaisse des artères. Selon les besoins de l'organisme, des fibres neuromotrices causent une vasodilatation (augmentation du diamètre des artères due à un relâchement des muscles lisses) ou une vasoconstriction (diminution du diamètre due à la contraction des muscles lisses).
- La tunique externe, *l'adventice* est principalement composée de collagène qui protège le vaisseau et l'ancre dans son environnement.

1.2.2. Le système capillaire

Les capillaires sont les plus petits des vaisseaux. Ils ne sont composés que d'une tunique interne très mince. Ils permettent d'irriguer la quasi-totalité des tissus du corps. Leur minceur les rend particulièrement propices à leur rôle, l'échange de nutriments et de gaz avec les liquides interstitiels. Entre artérioles et veinules, les capillaires sont organisés en lits-capillaires, c'est là que les échanges ont lieu. O₂ (dioxygène), CO₂ (dioxyde de carbone), les principaux nutriments et les déchets métaboliques passent du liquide interstitiel aux capillaires et inversement par diffusion.

1.2.3. Le système veineux

Les veines apportent le sang des lits-capillaires à l'atrium droit. Leur diamètre augmente à mesure qu'elles s'approchent du cœur. Elles ont une lumière plus grande et une paroi plus mince que les artères ; c'est pourquoi dans les coupes histologiques (figure 2) elles semblent affaissées et moins rondes que les artères correspondantes.

Elles sont également composées de trois tuniques :

- La tunique interne, *l'intima* qui a la particularité de s'invaginer dans la lumière des vaisseaux pour constituer les valvules.
- La tunique moyenne, *la media* qui est plus mince que celle des artères car elle contient moins de muscles lisses et d'élastine.
- La tunique externe, *l'adventice* qui est plus robuste et plus épaisse que *la media*, elle possède une structure fibreuse lâche mais qui reçoit des terminaisons nerveuses responsables de la veinomotricité.

Les veines sont des vaisseaux avec une grande compliance, une grande lumière et des parois fines. Les veines sont plus larges que les artères qu'elles accompagnent et sont souvent (en périphérie surtout) plus nombreuses, deux veines pour une artère. Les veines sont huit fois plus distensibles que les artères, ce qui leur permet d'assurer leur rôle de stockage. Ainsi au repos le réseau veineux stocke environ 70% du sang total. Grâce à ces capacités, les veines peuvent subir de fortes variations de volume sans variations importantes de la pression transmurale.

Le réseau veineux au niveau du membre inférieur est décrit selon deux plans limités par des aponévroses appelées *fascias*, ils entourent les muscles et les structures profondes. Le système veineux profond, « l'arbre » est composé de veines aux parois plus épaisses bien maintenues dans les muscles et sous le *fascia* musculaire. Le réseau veineux profond draine 90% du sang du membre inférieur principalement par les troncs collecteurs profonds, les veines fémorales et poplitées, et les veines musculaires (figure 3).

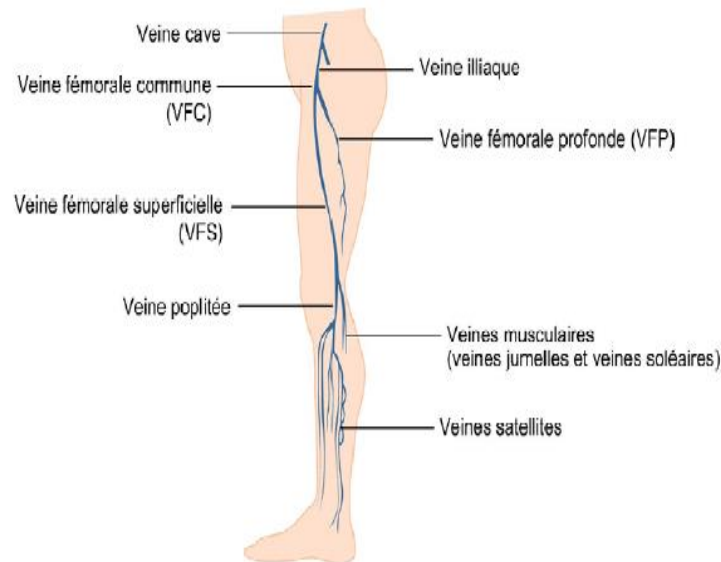


Figure 3 : Schéma descriptif du système veineux profond, "l'arbre" (4)

Le système veineux que l'on appelle superficiel rassemble le système veineux intermédiaire, qui contient les systèmes saphènes et le système veineux superficiel situé au-dessus du *fascia* saphène. Localisé sous la peau, c'est un réseau à débit plus lent et aux parois plus souples. Il est composé principalement de la veine saphène interne qui se jette dans la veine fémorale et de la veine saphène externe qui se jette dans la veine poplitée (figure 4). Il draine en moyenne 10% du sang veineux.

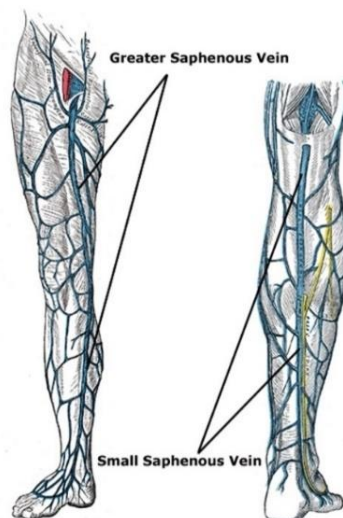


Figure 4 : Schéma descriptif du réseau veineux superficiel du membre inférieur "le filet" (5)

Le sang des veines superficielles se jette dans les veines profondes par l'intermédiaire des veines perforantes et des veines saphéno-fémorales. Le sang s'écoule physiologiquement de la superficie vers la profondeur (6).

1.2.3.1. Les valves

Pour maintenir le débit cardiaque les veines qui sont moins toniques que les artères, sont dotées d'adaptations structurales : les valves.

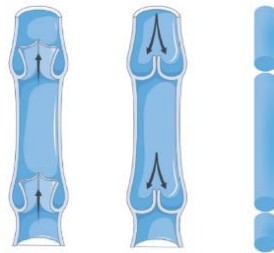


Figure 5 : Schéma décriptif du système valvulaire dirigeant le flux et fractionnement la colonne sanguine (7)

Elles sont disposées plus fréquemment au niveau distal que proximal et sont plus nombreuses dans les veines profondes que superficielles. Elles se situent au niveau de renflements des veines appelés sinus où les parois de l'*intima* forment des replis sous forme de deux ou trois valvules avec un bord libre. Elles permettent un écoulement unidirectionnel du sang, distal vers proximal, en fonction du gradient de pression ; lorsque la pression en amont est plus importante la valve s'ouvre et lorsque la pression en aval est plus importante elle se ferme permettant un fractionnement de la colonne veineuse (6). Elles agissent comme des clapets anti-reflux passifs qui empêchent le sang de redescendre dans le membre inférieur. De leur continence dépend le bon fonctionnement du retour veineux.

1.3. Hémodynamique veineuse

L'hémodynamique veineuse est plus complexe que l'hémodynamique artérielle. Alors que l'intégralité du débit dans le système artériel est issue de la contraction cardiaque, dans le système veineux la pression est basse et constante. Le sang circule donc en fonction de gradients de pression imposés par différents systèmes de pompes. Dans le système veineux la pression fluctue très peu. En décubitus latéral, le gradient est d'environ 20 mmHg, alors que dans le système artériel ce gradient est autour de 60 mmHg entre l'aorte et les petites artérioles (Figure 7). Cette différence s'explique par la faible résistance périphérique des veines (7).

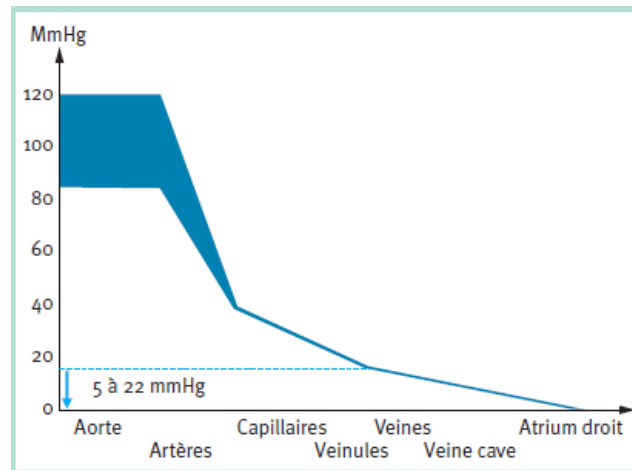


Figure 6 :Graphique représentant la distribution des pressions le long du réseau vasculaire chez la personne allongée (7)

Lors de la mise debout la gravité s'ajoute à la pression sanguine sous la ligne cardiaque. La pression au niveau de l'artère pédieuse atteint 183mmHg. Dans la veine pédieuse la pression sanguine est de 90mmHg mais cette valeur diminue de deux tiers après quelques pas.

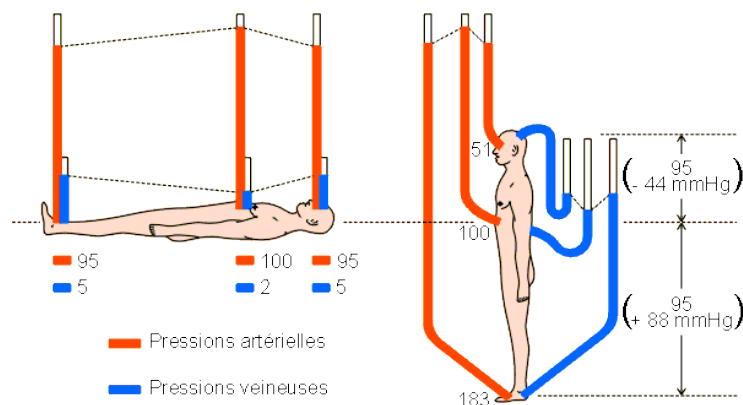


Figure 7: Représentation schématique des variations de pression dans le système vasculaire entre les positions debout et assise (Pressions en mmHg) (8).

1.3.1. Les pompes veineuses (9)

Plusieurs systèmes de pompes agissent à différents niveaux du système vasculaire de manière synergique pour contrer la gravité et permettre au sang de remonter vers le cœur. Ces pompes agissent en propulsant ou en aspirant le sang.

1.3.1.1. La semelle plantaire de Lejars

La voute plantaire est constituée, comme le reste du membre inférieur, d'un réseau veineux superficiel et d'un réseau veineux profond. La station debout augmente la pression hydrostatique dans le pied et augmente la quantité de sang dans le réseau veineux plantaire.

Lors de la marche ou de la course, la semelle, comme une éponge, est comprimée et le sang est propulsé vers le système veineux profond de la jambe (10).

1.3.1.2. Vis a tergo

En station debout le système vasculaire est en forme de U. En chaque point de l'une ou l'autre des deux branches la pression due à la pesanteur est exactement la même sur une ligne horizontale. Le phénomène de *vis à tergo* définit le reliquat de pression artérielle retrouvé dans le système veineux après les capillaires. Cette pression résiduelle est égale à 17mmHg et amorce le retour veineux (11).

1.3.1.3. Vis a fronte :

L'aspiration pulmonaire : L'hémodynamique du retour veineux est en phase avec la respiration. Lors de l'inspiration, le diaphragme descend dans l'abdomen, la pression intra abdominale augmente et la pression intrathoracique diminue. La différence de pression entre le thorax et l'abdomen (autour de 5mmHg) provoque une montée du sang vers le cœur (11). Lors de l'expiration la montée du diaphragme entraîne une augmentation de la pression intrathoracique et une diminution de la pression abdominale. Un gradient de pression se forme entre l'abdomen et les membres inférieurs augmentant le flux sanguin vers l'abdomen (6).

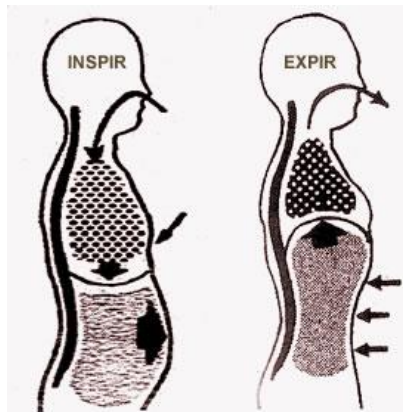


Figure 8 : Schéma représentatif des variations de pression thoracique et abdominale au cours de la respiration (12)

L'aspiration cardiaque (6) : Lors d'une contraction cardiaque, le sang du ventricule droit est propulsé dans la petite circulation. Lors de la décontraction, la dépression créée dans le ventricule ouvre la valve tricuspide, le sang de l'atrium remplit le ventricule. La vidange de l'atrium entraîne aussi une dépression « aspirant » le sang de la veine cave.

1.3.1.4. Vis a latérale

La contraction des muscles lisses : Les fibres nerveuses vasculaires libèrent de la noradrénaline (13) ; elle se fixe aux récepteurs des fibres musculaires de *la media* entraînant la contraction des veines.

Le mollet : deuxième cœur (7) : Le mollet est une grosse structure musculaire du membre inférieur. Les aponévroses qui entourent le muscle sont incompressibles ; lorsqu'il se contracte, la pression dans les veines intramusculaires est très fortement augmentée, jusqu'à 300 mmHg. Le sang fuit vers les zones de pressions plus faibles, vers le haut car les valves en amont s'ouvrent et les valves en aval se ferment ce qui aboutit au fractionnement de la colonne veineuse (Figure 10 et 11). L'éjection du sang entraîne l'aspiration du sang du réseau superficiel. Lors de la décontraction la pression diminue, les valves en amont se ferment et les valves en aval s'ouvrent, le sang remplit de nouveau la colonne veineuse. Lors de la marche, les contractions intermittentes des deux mollets agissent comme deux ventricules cardiaques qui stockent puis propulsent le sang. C'est la pompe veineuse la plus importante. De la même façon que le cœur, le mollet agit comme une pompe foulante et aspirante en aspirant le sang périphérique vers le réseau profond et propulsant le sang du réseau profond vers l'abdomen et le cœur. Plus la circonférence du mollet est grande, plus la fonction de pompe est améliorée.

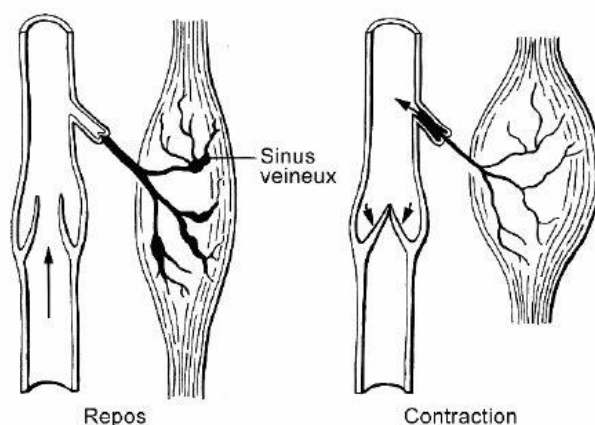


Figure 9 : Schéma représentant l'effet de la contraction du mollet sur le flux sanguin musculaire et veineux (14).

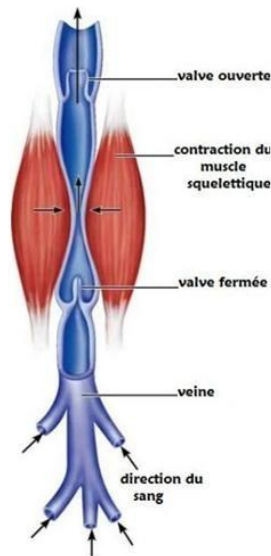


Figure 10: Pompe musculaire : *En se contractant, les muscles squelettiques compriment les veines. Les valvules situées en aval du point de compression s'ouvrent et le sang est propulsé vers le cœur. Le reflux du sang ferme les valvules situées amont du point de compression (15)*

1.3.2. Les paramètres modifiables

1.3.2.1. Posture

Les éléments essentiels du retour veineux normal sont la contraction des muscles du mollet et l'écrasement de la semelle plantaire. Ils sont impossibles dans le cas de positions immobiles prolongées comme la station debout sans mouvements, la station assise prolongée ou le piétinement qui ne permet pas une bonne chasse du sang des pieds. Après une période debout ou assise prolongée, la compliance des veines leur permet d'accumuler un grand volume de sang. Les valves sont toutes ouvertes et la pression hydrostatique au niveau de la cheville est élevée puisqu'elle correspond à l'ensemble de la colonne veineuse : 100 mmHg (7,12). En fractionnant la colonne veineuse, les pas permettent de diminuer la pression et de la garder basse (15 mmHg) pendant toute la durée de la marche (figure 12).

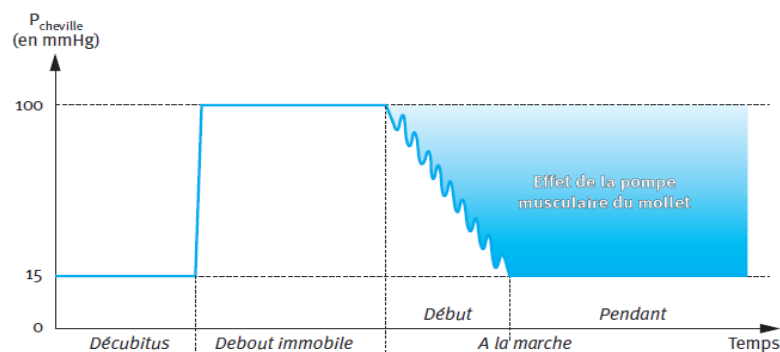


Figure 11 : Graphique schématisant les effets de la posture et du mouvement sur la pression veineuse au niveau de la cheville (7)

1.3.2.2. Température

Le système veineux, en plus de son rôle dans l'élimination des déchets et l'oxygénation du sang, joue un rôle important dans la thermorégulation, notamment au niveau périphérique. Une exposition prolongée à la chaleur dérègle cette thermorégulation et entraîne une altération du tonus veineux. De plus, la stagnation du sang dans le membre inférieur diminue la capacité de thermorégulation. C'est un cercle vicieux délétère pour le retour veineux.

1.3.2.3. Alimentation et mode de vie

La sédentarité et une alimentation riche en sucres raffinés, en graisses et pauvres en fibres augmentent le risque de maladie veineuse (13,16). Ce sont l'excès de poids et la constipation qui sont en causes. Une alimentation pauvre en fibres entraîne une constipation chronique ; elle provoque une hyperpression abdominale qui augmente la pression dans la veine fémorale et entraîne une incontinence valvulaire. L'excès de poids entrave le retour veineux de plusieurs manières : le manque d'activité physique diminue l'efficacité de la marche, il cause des affections ostéoligamentaires entravant encore le mouvement, il affaisse la voûte plantaire, entraîne une hypotonie musculaire et est une cause d'insuffisance cardiorespiratoire et d'une augmentation du tissu graisseux au détriment du tissu musculaire (17).

1.3.2.4. L'activité physique

C'est l'ensemble des mouvements du membre inférieur qui participe au bon fonctionnement du retour veineux. De plus, plus la masse musculaire de la jambe et notamment celle du mollet est importante plus le retour veineux sera efficace. Certains sports sont pourtant à éviter car ils provoquent des hyperpressions brutales dues à des arrêts brutaux fréquents, des changements de directions rapides et des contractions fortes et prolongées. On citera notamment le squash, le tennis et les autres sports de raquettes, le handball et le football, l'haltérophilie et les sports de combat. Une pratique abusive du sport peut s'avérer tout aussi délétère pour le retour veineux que l'absence d'activité. De plus, les sports d'endurance sur sols durs provoquent aussi, du fait de la répétition des à-coups, des dilatations néfastes des veines. C'est notamment le cas des courses à pieds longues distances sur sols durs (18).

1.4. La maladie veineuse chronique

La maladie veineuse chronique correspond à une altération des veines profondes ou superficielles ; elles perdent leur tonicité. Dans le système veineux profond les veines sont bien maintenues par les tissus adjacents mais c'est moins le cas dans le réseau veineux superficiel, c'est donc surtout à ce niveau qu'ont lieu les premiers signes d'insuffisance veineuse. En position debout, la pression du sang sur les parois veineuses moins toniques entraîne une dilatation de la veine. Les valvules perdent leur étanchéité et le sang stagne dans la colonne. Les jambes gonflent et une sensation de lourdeur apparaît. La maladie veineuse est évolutive et peut débiter très tôt à l'âge adulte. Lorsque les valves deviennent incontinentes,

le poids de la colonne de sang dilate la veine ce qui augmente l'incontinence des valves. C'est un cercle vicieux. Avec le temps, l'augmentation de la pression sur les parois veineuses les détériore, elles deviennent alors poreuses.

1.4.1. Définition (19)

Il faut distinguer :

- Les affections veineuses chroniques « *qui regroupent toutes les affections chroniques qui se traduisent par un signe ou un symptôme dont la cause est veineuse* ».
- La maladie veineuse chronique qui est définie comme « *toutes les anomalies chroniques morphologiques ou physiologiques du système ou de la fonction veineuse responsable de symptômes ou de signes nécessitant des investigations ou une prise en charge* ».
- L'insuffisance veineuse chronique qui est « *réservée aux maladies veineuses chroniques évoluées où l'on identifie une anomalie anatomique ou physiologique du système ou de la fonction veineuse responsable d'un œdème, d'altération cutanées ou d'ulcère veineux* ».

1.4.2. Symptômes

Les symptômes de l'affection veineuse sont nombreux, variés et peu spécifiques mais on peut retenir qu'ils s'aggravent à la chaleur, au cours de la journée, après une station debout ou assise prolongée et ne sont pas sensibles aux antalgiques et AINS (anti-inflammatoires non stéroïdiens). En revanche, ils s'améliorent au froid, à la surélévation des jambes, à l'exercice, à la prise de veinotoniques ou au port de compression.

On distingue surtout la sensation de gonflement qui correspond souvent à un œdème ou la sensation de jambes lourdes très fréquente chez les femmes, elles sont soulagées par le mouvement et la position déclive. On distingue aussi plusieurs formes de douleurs conséquentes à une insuffisance veineuse : le prurit qui se traduit par une douleur sous la forme de démangeaisons et des douleurs focalisées sur un trajet veineux ou diffuses dans le membre inférieur.

Les fourmillements, sensation désagréable accompagnée d'une perte de sensibilité momentanée, aussi appelés paresthésies, sont aussi un symptôme fréquemment retrouvé.

On trouve également des crampes nocturnes qui ne sont pas spécifiques, elles peuvent être aggravées par l'activité physique, l'alcool ou le tabac. Au moment du coucher peuvent aussi apparaître les jambes sans repos aussi appelées impatiences, elles sont caractérisées par une envie impérieuse de bouger les jambes.

1.4.3. Signes cliniques

En l'absence de prise en charge l'affection veineuse ne cesse de s'aggraver. Seules les varices dues à la grossesse peuvent se résorber après l'accouchement. De plus, les aggravations chroniques sont souvent indolores et passent inaperçues. C'est pourquoi il est important pour le malade d'être vigilant quant à l'état de ses jambes et d'être suivi médicalement le plus tôt possible.

Pour déterminer le stade de la maladie veineuse, la classification internationalement retenue est la classification CEAP pour Clinique, Etiologie, Anatomie et Physiopathologie. Les signes cliniques y sont classés de C0 à C6 en fonction de leur sévérité (figure 13).

C : signes cliniques	E : étiologiques	A : anatomiques	P : physiopathologiques
C0 : pas de signe clinique visible ou palpable C1 : télangiectasies ou veines réticulaires C2 : varices C3 : œdème sans trouble trophique cutané C4 : atteinte cutanée C4a : dermite ocre ou eczéma C4b : hypodermite scléreuse ou atrophie blanche C5 : ulcère cicatrisé C6 : ulcère ouvert, non cicatrisé	Ec : congénitale Ep : primitive Es : secondaire En : pas d'étiologie retrouvée	As : système veineux superficiel Ad : système veineux profond Ap : veines perforantes An : pas de lésion anatomique identifiée	P : reflux Po : obstruction Pro : obstruction et reflux Pn : pas de mécanisme physiopathologique identifié

Figure 12 : Détails de la classification CEAP (Clinique, Etiologie, Anatomie, Physiopathologie) (20)

1.4.3.1. Télangiectasies ou varicosités

Ce sont des petites veines superficielles (<1mm) dilatées de façon permanente (21). Elles apparaissent rouges, bleues ou violacées, isolées, en nappes ou en arborescences. On les retrouve surtout sur les faces latérales des cuisses, au niveau du creux poplité et de la cheville. Elles ne participent en général pas aux symptômes de la maladie veineuse mais certains patients sont soulagés lorsqu'elles sont traitées. Souvent considérées comme un problème esthétique elles sont en réalité souvent le premier signe d'une altération veineuse débutante. Elles apparaissent progressivement au cours de la vie, indépendamment des varices et surtout chez la femme. Puis à partir de 60 ans, 80% de la population est touchée de façon équivalente entre les hommes et les femmes.



Figure 13 : Photographie de télangiectasies aussi appelées varicosités (22)

1.4.3.2. Varices

Il faut distinguer varices réticulaires et varices « vraies ». Les premières sont des veines légèrement dilatées formant un filet au niveau des faces latérales des membres inférieurs ou du creux poplité. Elles se développent souvent au cours de la grossesse, sont de petit diamètre (<3mm) et légèrement sinueuses.

Les varices en revanche sont des veines superficielles de 3mm ou plus dilatées et tortueuses. Les veines superficielles sont moins maintenues que les veines profondes, la dilatation de la veine et le reflux engendré cause donc une circulation anormale qui déforme la veine. Elles ne sont pas systématiquement douloureuses ou bilatérales, elles sont situées surtout au niveau de la face latérale de la jambe, du creux poplité, de la cheville ou de la cuisse. Leur étiologie est souvent idiopathique. Elles dépendent du manque de tonicité des parois veineuses qui est, comme vu précédemment, multifactoriel. Plus rarement elles font suite à un syndrome post-thrombotique ou peuvent être congénitales. Dans les pays industrialisés, la prévalence des varices est élevée et augmente avec l'âge ; 20% à 30% dans la population générale, jusqu'à 65% après 75 ans. Elles touchent surtout les femmes et se développent souvent au moment de la grossesse. Sans prise en charge elles risquent d'augmenter en taille et en nombre augmentant aussi le risque de complications, rupture et hémorragie, ulcère ou thrombophlébite.



Figure 14 : Photographie d'une veine variqueuse située au niveau du membre inférieur (23)

1.4.3.3. Œdème

Lorsque les veines sont dilatées et le reflux installé, la pression sur les parois est telle qu'elles sont altérées et leur perméabilité augmente. Le plasma diffuse du sang vers le milieu interstitiel et la réabsorption du liquide interstitiel est perturbée. Un œdème n'est considéré comme pathologique que si sa résorption n'est pas spontanée au bout de quelques heures ou à la marche. L'œdème veineux a la particularité d'être associé à d'autres signes d'insuffisance veineuse : des veines dilatées, des varices ou des troubles trophiques. Alors que les télangiectasies et les varices touchent le réseau superficiel, l'œdème peut être dû au réseau superficiel et/ou profond. Il fait partie des premiers signes observés chez l'insuffisant veineux.



Figure 15 : Photographie d'un œdème des membres inférieurs (24)

1.4.3.4. Troubles trophiques : les complications chroniques

Ils correspondent à une altération cutanée et/ou sous-cutanée. Ils ne sont pas systématiquement douloureux mais doivent dans tous les cas faire l'objet d'une consultation médicale. Il est donc nécessaire pour une personne souffrant de maladie veineuse de contrôler l'état de ses jambes afin de détecter au plus tôt un trouble trophique.

La dermite ocre : Elle se présente en taches ou en grandes nappes, d'abord rouge-pourpre puis brune. Elle est la dermite la plus fréquente. Située dans le tiers distal de la jambe, elle est la conséquence du passage des hématies à travers la paroi veineuse, elles sont détruites par les tissus adjacents mais un dépôt pigmentaire a lieu. Elle est indolore mais est le signe d'une insuffisance veineuse chronique et ancienne, non ou mal traitée. En supprimant l'hyperpression veineuse (avec de la compression) on peut la faire réduire.



Figure 16 : Photographie d'une dermite ocre au niveau de la jambe (25)

L'eczéma variqueux : il s'agit de placards érythématosquameux inflammatoires de forme arrondie et secs. Il se trouve en général dans le tiers inférieur de la jambe en regard d'un trajet veineux. L'eczéma n'est pas douloureux mais est très prurigineux. Le risque est donc que l'excès de grattage abîme la peau et entraîne un ulcère variqueux. Il peut cependant régresser et disparaître si une correction de la pression et du flux, par la compression par exemple, est appliquée.



Figure 17 : Photographie d'eczéma variqueux au niveau de la jambe (26)

Hypodermite scléreuse : on la retrouve principalement chez la femme, elle est localisée dans le tiers inférieur de la jambe. Il s'agit d'une infiltration sous cutanée, localisée ou étendue inflammatoire aigüe et douloureuse qui forme un placard induré et rose. Puis en phase chronique ces lésions sont remplacées par des lésions scléreuses enserrant la jambe comme une guêtre scléreuse (effet bouteille de champagne renversée). La peau apparaît lisse, dure, fine et brillante. Elle est impossible à plisser et peut être squameuse.



Figure 18 : Photographie d'une hypodermite scléreuse sur membre inférieur (27)

L'hypodermite est due au passage des polynucléaires à travers la paroi veineuse. Elle représente un tournant dans l'histoire de la maladie car elle altère définitivement le retour veineux, elle est irréversible et la fibrose ankylose la cheville réduisant les mouvements.

Atrophie blanche : Elle se retrouve également préférentiellement chez la femme. On la trouve au niveau malléolaire ou sur le dos du pied. L'atrophie blanche correspond à des macules purpuriques qui évoluent en cicatrices blanches porcelaines par raréfaction des capillaires. La zone est ronde, lisse et déprimée, la peau est très friable comme du « papier à cigarette ».



Figure 19 : Photographie d'une atrophie blanche au niveau du membre inférieur (28)

Ulcère variqueux : il est le dernier stade cutané de la maladie veineuse, il est indolore et s'installe de manière insidieuse et chronique sans cicatrisation spontanée. Il se localise le plus souvent au tiers distal de la jambe, au niveau malléolaire, son étendue est variable. L'hyperpression veineuse entraîne le passage de plasma, d'hématies et d'autres éléments figurés du sang dans le milieu interstitiel créant une hypoxie tissulaire, les toxines s'accumulent, le tissu commence à se nécroser et l'ulcère apparaît.



Figure 20 : Photographie d'un ulcère variqueux retro-malléolaire (29)

1.4.4. Complications aiguës

Si les signes décrits précédemment ne sont pas bien pris en charge, des complications peuvent se produire, celles-ci sont aiguës et rares mais leurs caractéristiques doivent être connues par le patient afin de pouvoir agir au plus vite.

1.4.4.1. Rupture et hémorragie

La rupture est une complication simple mais plutôt rare de la maladie veineuse. Il faut cependant distinguer rupture externe au niveau d'une ampoule variqueuse et rupture interstitielle.

- Rupture externe : elle est causée par un traumatisme ou annoncée par une zone violacée, nécrosée au niveau d'un paquet variqueux affleurant la peau fragilisée. Il en résulte une hémorragie impressionnante parfois grave nécessitant des transfusions et quelques cas de décès ont été rapportés. Il convient donc de la juguler rapidement par compression locale et surélévation de la jambe.
- Rupture interstitielle : rupture d'une veine perforante musculaire lors d'un effort, provoquant un gros hématome douloureux. Il ne faut pas la confondre avec une thrombose veineuse profonde d'où l'intérêt de l'écho-doppler veineux.

1.4.4.2. Thrombose veineuse superficielle et paraplébite

Elle est due à une inflammation des veines superficielles (phlébite) accompagnée ou induite par la formation d'un thrombus obstruant partiellement ou totalement une veine superficielle

(thrombose) (30). Caractérisée par un cordon rouge, induré, chaud et douloureux au contact sur le trajet d'une veine superficielle, elle touche en particulier les veines variqueuses mais peut exceptionnellement toucher des veines superficielles saines. Elle ne doit pas être négligée car, si elle se trouve près d'une crosse saphène ou d'une perforante, elle peut engendrer une migration profonde ou pulmonaire dans 20 à 40% des cas.



Figure 21 : Photographie d'une thrombophlébite veineuse superficielle sur le trajet d'une veine du membre inférieur (31)

1.4.4.3. Thrombose veineuse profonde et phlébite

La thrombophlébite veineuse profonde est caractérisée par une double lésion, une inflammation de la paroi d'une veine (phlébite) et la formation d'un thrombus veineux oblitérant partiellement ou complètement la lumière de la veine à laquelle il adhère (thrombose) (32).

Elle est caractérisée par :

- Une inflammation pariétale avec les signes qui l'accompagnent : douleur intense aggravée par la marche, rougeur, chaleur, gonflement.
- La jambe est cyanosée et prend une coloration bleutée.
- Un œdème unilatéral chaud, dur et résistant au signe du godet avec une dilatation des veines superficielles. La peau est luisante donnant un aspect livide à la jambe.

Le thrombus créé peut se décrocher et être entraîné dans la circulation veineuse jusqu'au cœur puis aux poumons provoquant une embolie pulmonaire. Cependant si l'obstruction est partielle la thrombophlébite peut être asymptomatique et n'être découverte que lors d'un bilan d'une embolie pulmonaire.



Figure 22 : Photographie d'une thrombose veineuse profonde au niveau du mollet (33)

1.4.4.4. Embolie pulmonaire

L'embolie pulmonaire est définie par la migration d'un thrombus appelé embole, de la région veineuse vers le poumon. En fonction de sa taille, il provoque un défaut d'irrigation et une asphyxie pulmonaire plus ou moins profondément dans le poumon. Elle est caractérisée par une douleur thoracique accompagnée d'une toux et d'hémoptygies ainsi que d'un essoufflement inattendu à l'effort ou au repos.

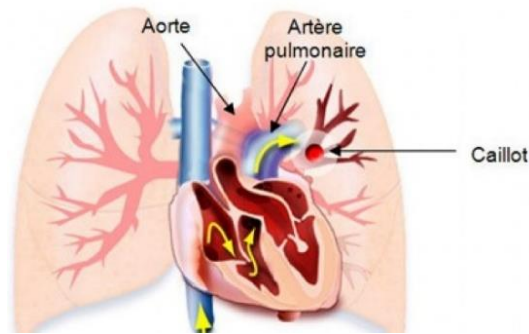


Figure 23 : Schéma représentatif d'une embolie pulmonaire (34)

2. LA PRATIQUE DE LA COURSE A PIED

La course est le moyen le plus rapide de se déplacer et bien qu'elle soit utilisée principalement dans ce but à l'aube de l'humanité, elle est aujourd'hui pratiquée pour se maintenir en forme, par plaisir et/ou dans un objectif compétitif. Bien que la course soit naturelle, elle est beaucoup étudiée, notamment la coordination gestuelle qu'elle impose, l'optimisation des dépenses énergétiques qu'elle nécessite ainsi que les bénéfices mais aussi les dangers pour la santé qu'elle occasionne.

2.1. Course à pied, “jogging” et “running”

Bien que l'homme soit un piètre sprinter il y a une forme de course où il excelle : l'endurance. Elle est caractérisée par une course en métabolisme majoritairement aérobie qui permet de parcourir de longues distances sans se fatiguer. C'est grâce à cette particularité que l'homme fut capable de chasser, et d'augmenter son apport protéique grâce à la chasse à l'épuisement qu'il est l'un des seuls animaux à maîtriser. La course à pied est ensuite surtout utilisée par les messagers, dans des jeux et compétitions en Grèce ou dans la Rome antique. Elle gardera cette notion compétitive jusque dans les années 70 puisqu'elle est jusque-là réservée aux licenciés de fédérations. A partir des années 70, la course à pied sort des stades et conquiert de nouveaux lieux comme la ville ou les chemins et la notion de « courir pour le plaisir » apparaît. Les notions de « footing » puis un peu plus tard de « jogging » apparaissent alors, par ces termes on entend une course à pied du dimanche, occasionnelle, à une allure modérée pour le plaisir. Mais la course à pied « hors stade » est encore perçue par les fédérations comme une pratique marginale, une mode passagère. Il faudra attendre 1993 pour qu'une commission nationale des courses hors stade soit créée pour fixer les règles d'organisation des courses indépendamment de la FFA (Fédération Française d'Athlétisme) (35).

Aujourd'hui les termes « footing » et « jogging » ont laissé leur place au classique terme « course à pied » et à son anglicisme le « running » à travers lequel on perçoit tout de même une notion d'assiduité de la pratique avec une recherche de performance et de dépassement de soi plus importante. Alors qu'on comptait dans les années 70 deux ou trois marathons avec quelques dizaines de participants, en 2019 on recense 89 épreuves de marathons organisées en France, avec pour le seul marathon de Paris 60 000 coureurs inscrits (36). Si les termes pour parler de la course à pied sont si nombreux c'est que l'activité s'est énormément diversifiée, que ce soit par les différentes distances (de 5km à plus de 100km) ou les terrains parcourus (du stade au trail en passant par la route) et l'aspect compétitif ou au contraire simplement de loisir.

Selon une enquête commandée par la FFA en 2013(37), 8,5 millions de personnes pratiquaient la course à pied, soit 19% de la population dont 16% participaient à des compétitions. Les trois motivations principalement évoquées sont l'amélioration de la condition physique, la perte de poids et le maintien en bonne santé. La course à pied est donc perçue comme une activité étroitement liée au bien être avec de nombreuses vertus. De plus, elle permet de conserver un équilibre entre un mode de vie de plus en plus sédentaire et le

besoin de dépenses physiques, elle entretient le corps lorsque l'activité quotidienne ne suffit plus à le faire. Le « running » est souvent une course à pied de loisir mais pratiquée de manière assidue avec une vraie recherche de progression ; les objectifs de loisirs et de performances ne s'opposent donc pas, ils se complètent. Les sportifs qui pratiquent la course à pied de façon régulière commencent par des distances courtes qui augmentent à mesure que la pratique progresse, comme s'ils cherchaient à connaître leurs limites avec des distances de plus en plus importantes (semi-marathon puis marathon, ultra-endurance ...) et une amélioration de leurs temps.

2.2. Physiologie de la course à pied

La course à pied ou « running » est une discipline sportive qui consiste à courir sur une distance définie ou non. Elle est dérivée de l'action de courir qui est avec la marche, un des moyens de locomotion bipède de l'être humain. Courir consiste à se déplacer rapidement en s'appuyant alternativement sur une jambe puis sur l'autre avec la particularité par rapport au trot des quadrupèdes ou la marche d'avoir une phase où aucune jambe ne touche le sol.

2.2.1. L'effort musculaire

2.2.1.1. Types de muscles

Le tissu musculaire est un tissu très riche en cellules et très vascularisé. Il permet les mouvements des membres et des organes internes. Il existe trois types de muscles :

- Muscles squelettiques :

Les muscles striés squelettiques forment la chair du corps humain, on les appelle les muscles rouges, ils recouvrent le squelette. On en compte près de 500 et ils représentent 40 à 45% du poids corporel. Ils sont fixés aux os par les tendons et de leur contraction dépend la mobilité du corps. Leur contraction peut être réflexe, mais ils sont appelés muscles volontaires car ce sont les seuls à être soumis à la volonté. Bien qu'ils puissent se contracter soudainement, ils se fatiguent rapidement et ont donc besoin de courtes périodes de repos entre les périodes d'activités. Ils sont en permanence dans un état de contraction modérée appelé le « tonus musculaire ». Dans cet ouvrage on les nommera simplement « muscle ».

- Muscles lisses :

Bien qu'ils soient comme les muscles striés, composés de myofilaments, ces muscles ne comportent pas de stries visibles. Présents dans la paroi de tous les organes creux (sauf le cœur), ils servent généralement à faire avancer des substances grâce à une alternance de contractions lentes et continues et de relâchements. Contrairement aux muscles squelettiques, leur contraction est involontaire et autonome, elle est commandée par le système nerveux végétatif.

Présent uniquement dans les parois du cœur, sa structure striée pourrait faire penser à celle des muscles squelettiques mais les cellules sont mononuclées et ramifiées. La contraction du myocarde est autonome et involontaire, elle propulse le volume sanguin dans les vaisseaux des deux circulations sanguines.

The diagram illustrates the hierarchical structure of skeletal muscle, showing the relationship between different levels of organization:

- Os (Bone):** The skeletal structure to which the muscle is attached.
- Tendon:** The structure that connects the muscle to the bone.
- Fascia fibreuse:** The dense, fibrous connective tissue layer surrounding the entire muscle.
- Muscle:** The whole organ, composed of many muscle fibers.
- Épimysium:** The layer of connective tissue surrounding the entire muscle.
- Perimysium:** The layer of connective tissue surrounding individual muscle fibers.
- Endomysium:** The thin layer of connective tissue surrounding individual muscle fibers.
- Axone du motoneurone:** The nerve fiber that innervates the muscle fibers.
- Faisceau:** A bundle of muscle fibers.
- Voiesseu sanguin:** A blood vessel (likely a typo for 'vaisseau sanguin') that supplies the muscle with blood.
- Fibres musculaires:** Individual muscle fibers.
- Fibre musculaire:** A single muscle fiber, shown in cross-section.
- Myofibrilles:** The repeating contractile units within a muscle fiber.
- Myofibrille:** A single contractile unit, shown in cross-section.
- Myofilaments:** The thin and thick filaments that make up the myofibrils.

Le muscle est un ensemble de structures assemblées à la manière de poupées russes. Il est enveloppé d'une membrane blanchâtre fibreuse et résistante appelée aponévrose, c'est un type de *fascia*. Elle est qualifiée d'aponévrose d'insertion puisqu'elle se rassemble aux extrémités pour former un tendon qui se fixe aux os. A l'intérieur, le muscle se divise en faisceaux qui contiennent plusieurs cellules musculaires. Les faisceaux sont séparés par la *perimysium*, une gaine conjonctive. Les cellules musculaires (myocytes) sont de longues cellules polynucléaires aussi longues que le muscle. Elles sont rassemblées en fibres musculaires délimitées par la *endomysium*. Chaque fibre musculaire contient plusieurs myofibrilles. Les myofibrilles sont composées d'un ensemble de filaments (myofilaments) formant l'unité contractile fondamentale : le sarcomère (2µm de long) (figure 25).

Chaque sarcomère est constitué de myofilaments de protéines contractiles :

- Les filaments épais, sont constitués par un assemblage régulier de molécules de myosine. Ils sont reliés entre eux à leur extrémité par un assemblage de molécules appelé disque M.
- Les filaments fins sont composés de molécules d'actine organisées régulièrement donnant l'aspect d'un pas de vis. Ils sont liés ensemble et avec ceux du sarcomère suivant par la ligne Z.

C'est cette organisation qui donne au muscle squelettique son aspect strié. Lors de la contraction, les filaments fins d'actine « glissent » sur les filaments épais de myosine raccourcissant le sarcomère et donc le muscle (figure 26).

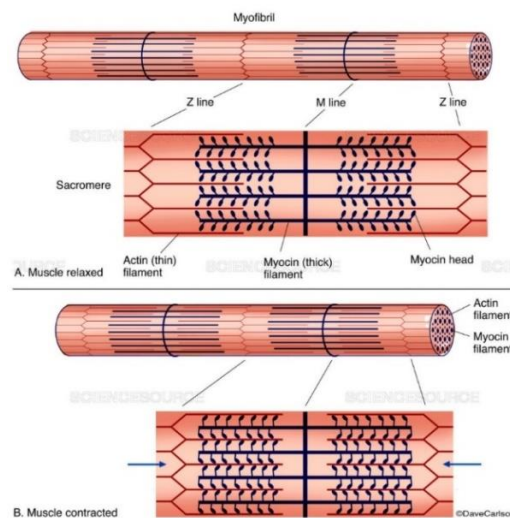


Figure 25 : Représentation d'une myofibrille et d'un sarcomère au repos (en haut) et au cours d'une contraction (en bas) (41)

Le muscle est une unité contractile capable de produire une force et de la transmettre. Cette fonction est le fruit de quatre propriétés :

- L'excitabilité ou la réactivité, est la capacité du muscle à répondre à un stimulus. Ce stimulus est d'abord chimique, les neurotransmetteurs libérés par les fibres nerveuses entraînent la production et la propagation d'une impulsion électrique à l'origine d'une contraction.
- La contractilité est la capacité du muscle à répondre à un stimulus en se contractant avec plus ou moins de force.
- L'extensibilité est la capacité du tissu musculaire à l'étirement. Lors de la contraction le muscle se raccourcit mais lorsque les fibres sont détendues elles peuvent être étirées au-delà de leur longueur au repos.
- L'élasticité est l'inverse de l'extensibilité, lorsque le muscle étiré est relâché, l'élasticité permet aux fibres de reprendre leur longueur de repos. Au repos, les muscles squelettiques sont tous légèrement étirés.

2.2.1.3. Types de fibres musculaires

On classe les fibres musculaires en fonction de la vitesse à laquelle elles se contractent et de la voie de production de l'ATP (adénosine triphosphate) dont elles dépendent en priorité. Ainsi on peut différencier les fibres musculaires comme suit :

- Fibres oxydatives à contractions lentes (I) :

Elles se contractent lentement et la voie principale de production de l'ATP est aérobie, il s'agit de la respiration cellulaire. Elles sont minces, contiennent beaucoup de mitochondries et sont richement vascularisées. Ce sont donc des fibres résistantes à la fatigue, adaptées aux activités d'endurance.

- Fibres oxydatives à contractions rapides (IIa) :

Ce type de fibres qui correspond à un intermédiaire est le type le moins représenté. Ces fibres se contractent rapidement et comme les fibres I, elles sont richement vascularisées et contiennent beaucoup de mitochondries et de myoglobines¹. Elles dépendent donc aussi des apports en oxygène.

- Fibres glycolytiques à contractions rapides (IIb) :

Ces fibres se contractent très rapidement et utilisent principalement la voie anaérobie glycolytique. Elles sont plus grosses que les autres fibres car contiennent plus de myofilaments. Comme leur énergie provient de la voie anaérobie, le nombre de mitochondries et de myoglobines est moindre. Ce sont des fibres adaptées à la puissance musculaire sur une courte période.

2.2.1.4. Les voies énergétiques (43,44)

L'ATP est la principale source d'énergie nécessaire à la contraction musculaire. Son stockage ne dépasse pas quelques secondes, elle est très utilisée et est recyclée en permanence par trois voies principales :

- La phosphorylation directe

La créatine phosphate est une molécule hautement énergétique trouvée exclusivement dans les myosites. La resynthèse de l'ADP (adénosine diphosphate) en ATP par cette voie est très rapide car elle ne fait intervenir qu'une enzyme : la CPK (créatine-phosphokinase). La CPK permet le transfert de la liaison phosphate de la créatine-phosphate à l'ADP par la réaction suivante :

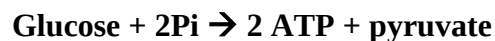


¹ La myoglobine est un pigment musculaire de structure proche de l'hémoglobine. Son rôle est de stocker et transporter l'oxygène aux mitochondries (42).

Cette voie est utilisée en tout début de contraction et/ou pour des efforts très brefs, quelques secondes (pour un 100m par exemple) car la quantité de créatine-phosphate disponible est faible.

- La voie anaérobie lactique ou glycolyse anaérobie

Elle nécessite l'utilisation d'une dizaine d'enzymes et est donc plus lente à mettre en place, elle nécessite quelques secondes pour atteindre une efficacité maximale. Elle utilise le phosphate inorganique (Pi) présent dans la cellule, de l'ADP provenant de l'hydrolyse de l'ATP et une molécule de glucose présente dans le sang (ou provenant de la dégradation du glycogène) selon la réaction suivante :



Bien que cette voie soit anaérobie, elle intervient en présence ou non d'oxygène. En présence d'oxygène le pyruvate est utilisé dans la mitochondrie dans le cycle de Krebs pour produire plus d'ATP. Mais en absence d'oxygène, le pyruvate est transformé en lactate lui-même dégradé en acide lactique et ion H⁺ dont l'accumulation inhibe la dégradation du glycogène augmentant la fatigue musculaire et l'endolorissement des muscles. La voie anaérobie est très utile pour des activités courtes et pour prendre le relai de la phosphorylation directe mais elle est limitée. En effet le rendement est faible, il faut beaucoup de glucose pour produire peu d'ATP.

- La respiration cellulaire aérobie

C'est le système qui prend le relai des deux précédents lorsque l'exercice se prolonge au-delà de deux minutes. C'est la principale source d'énergie puisqu'elle produit 95% de l'ATP utilisée par les muscles. La respiration comprend la glycolyse et toutes les autres réactions qui ont lieu dans la mitochondrie dégradant totalement le glucose selon la réaction suivante :



Elle est appelée aérobie puisqu'elle utilise de l'oxygène apporté par le sang artériel. Le gaz carbonique est évacué par diffusion vers les veines et échangé contre de l'oxygène au niveau des poumons. La respiration cellulaire utilise en priorité le glycogène musculaire, puis le glucose circulant, l'acide pyruvique et les acides gras libres. A partir de 30 minutes les acides gras deviennent la principale source d'énergie. Cette voie est la plus rentable puisqu'elle produit 36 molécules d'ATP par glucose mais elle comporte de nombreuses étapes ce qui la rend plus lente. De plus elle est entièrement dépendante des apports en oxygène. Si elle est suffisamment alimentée en oxygène elle peut supporter un effort de plusieurs heures. C'est pourquoi elle est la voie la plus importante en course à pied d'endurance.

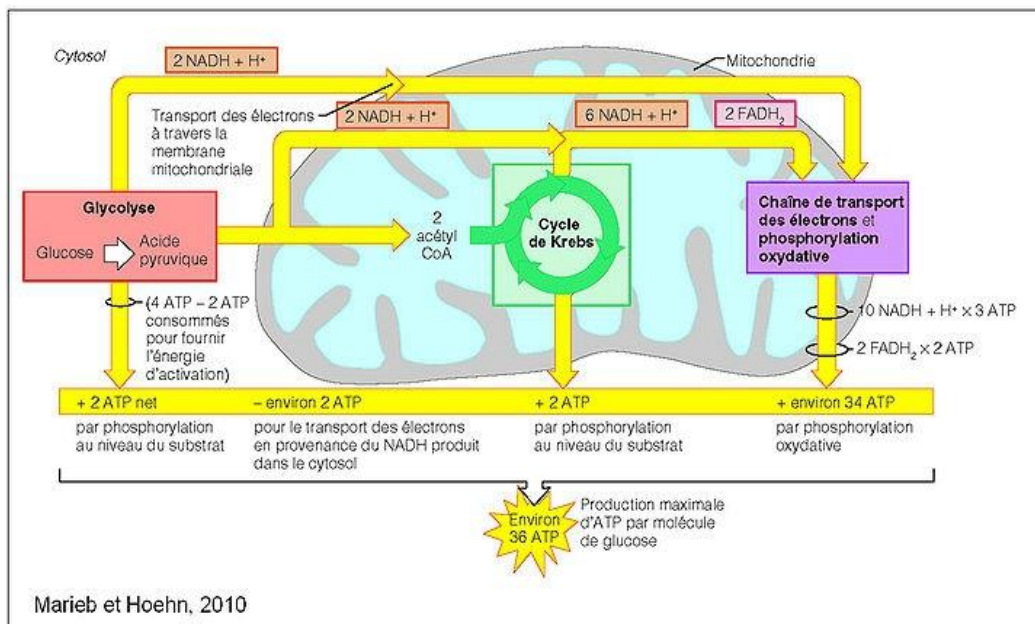


Figure 26 : Schéma récapitulatif du bilan énergétique de la respiration cellulaire (45)

2.2.1.5. La fatigue musculaire

La fatigue musculaire est définie par la diminution de la force maximale volontaire, ou de la puissance d'un muscle ou un groupe de muscles, associée à une sensation d'effort plus important pour atteindre la force désirée. En fonction de l'origine de la fatigue, on distingue la fatigue centrale (du système nerveux) ou la fatigue périphérique (spécifique à la structure musculaire). Les mécanismes qui mènent à la diminution de la force dépendent du rythme d'activation du muscle ou du groupe de muscle, du type de muscle et de contraction mais la durée et l'intensité de l'exercice sont parmi les facteurs les plus importants.

Lorsque le muscle subit des contractions soutenues et répétées, l'excitabilité des motoneurones diminue, réduisant la force de contraction et augmentant la durée de relaxation des muscles. C'est la composante centrale de la fatigue (46).

La fatigue périphérique est due à des processus agissant directement au niveau du muscle comme l'accumulation de produits métaboliques, l'altération du couple excitation-contraction ou la diminution de l'efficacité des stimuli nerveux.

Pour mesurer l'impact de la fatigue sur la force maximale volontaire (FMV ou MVC en anglais, « maximal voluntary contraction ») on mesure la réponse mécanique à une stimulation électrique des muscles de la jambe (47).

2.3. Adaptations musculaires

On distingue les activités aérobies d'endurance, comme la natation, le cyclisme, la course à pied ou le ski de fond, des exercices intensifs contre résistances, anaérobies, comme la musculation, l'haltérophilie ou le lancer de poids. La pratique de l'une ou l'autre de ces activités entraîne des modifications caractéristiques au niveau des muscles.

2.3.1. Les activités aérobies (43) (44)

Aussi appelées activités d'endurance, leur but est de durer dans le temps, de plusieurs minutes à plusieurs heures. Pour ce faire, il faut pouvoir alimenter la voie métabolique de la respiration cellulaire et donc apporter toujours plus d'oxygène que celui consommé pour produire de l'énergie. Pour cela, le nombre de capillaires au niveau des fibres musculaires augmente (jusque 10%), le nombre de mitochondries augmente ainsi que le nombre de myoglobines synthétisées par les fibres musculaires (jusqu'à 80% supplémentaire). La pratique régulière mène à la transformation des fibres glycolytiques à contractions rapides (IIb) en fibres oxydatives à contractions rapides (IIa). Les muscles d'un marathonien peuvent contenir jusqu'à 80% de fibres oxydatives à contractions lentes (I). Mais l'endurance n'agit pas seulement sur les muscles squelettiques puisque le cœur « grossit » afin de pouvoir propulser plus de sang à chaque battement (diminuant ainsi la fréquence cardiaque). Toutes ces modifications ont pour objectif d'augmenter la quantité d'oxygène mis à disposition du muscle et son utilisation pour produire de l'énergie. Les exercices aérobies ont besoin de muscles souples capables de résister à la fatigue. Comme l'exercice est modéré mais prolongé, le muscle n'a pas besoin d'augmenter la taille des fibres musculaires. L'endurance n'entraîne donc pas d'hypertrophie des muscles squelettiques.

2.3.2. Les activités anaérobies (43,44)

Ce sont des exercices contre résistance ou effectués en contractions isométriques². Le but de ces activités est de développer une force musculaire importante sur un laps de temps court. Elles utilisent les voies métaboliques de la phosphorylation directe et de la glycolyse anaérobie. Pour augmenter la force de contraction le muscle peut à court terme augmenter le nombre de fibres musculaires stimulées ou à plus long terme (avec l'entraînement) augmenter la taille des fibres. L'hypertrophie musculaire observée chez les haltérophiles ou les sportifs pratiquant la musculation est donc due uniquement à l'augmentation de la taille des fibres musculaires. L'augmentation de la taille des fibres (surtout les fibres glycolytiques à contraction rapide (IIb)) reflète l'augmentation du nombre de myofilaments par fibre musculaire. De plus, pour renforcer le muscle, la quantité de tissu conjonctif augmente également. Et, de la même façon que pour l'activité d'endurance, l'entraînement opère un changement de conformation des fibres musculaires. Ce sont les fibres oxydatives à contractions rapides (IIa) et les fibres oxydatives à contractions lentes (I) qui se transforment au profit de fibres glycolytiques à contractions rapides (IIb). Les muscles d'un sprinter, par exemple, peuvent en contenir jusqu'à 60%.

² Contraction sans variation de la longueur du muscle. La charge de l'objet est égale à la tension musculaire (44).

2.4. Attaque du pied au sol (48)

La phase d'appui et principalement la phase d'amortissement de la foulée, est largement influencée par l'attaque du pied au sol. Il existe trois façons d'atterrir en course à pied d'endurance : l'attaque par le talon (« rearfootstrike »), par la partie medio-plantaire (« midfootstrike ») ou l'avant-pied (« frontfootstrike »).

Trois quarts des coureurs atterrissent sur le talon (« rearfootstrike ») au moment de l'impact du pied au sol. Ce type de foulée serait dû à l'utilisation de chaussures qui possèdent une semelle épaisse surtout au niveau du talon. Lorsque le talon frappe le sol, une onde de choc se propage dans le corps, elle est absorbée passivement par les structures articulaires (os, cartilages, liquide synovial) et activement par les contractions musculaires et le positionnement des articulations. La force de réaction du sol représente jusqu'à 3 fois le poids du corps dans les premiers instants de la phase d'appui. En attaque talon, les articulations du genou et de la cheville sont raides au moment de l'atterrissage et le talon de la chaussure diminue l'impact et ralentit la vitesse de la force d'impact. Afin de diminuer le choc initial causé par l'attaque par le talon, les chaussures de course ont évolué pour augmenter l'amorti au niveau du talon, par différentes matières et surtout en augmentant la taille du matelassage.

Les coureurs qui attaquent avec l'avant pied n'ont nullement besoin du matelassage qu'apporte la chaussure car le pic d'impact transitoire immédiatement après le contact initial du pied au sol est absent lors de la course pieds-nus (attaque medio-plantaire ou de l'avant pied), il est éliminé grâce à la souplesse des articulations et le travail excentrique des muscles du mollet. Au moment de toucher le sol le pied est en flexion, les métatarses heurtent le sol en premier, le triceps sural est contracté entraînant la chasse veineuse. Le pied est ensuite déroulé pour amortir la chute du talon écrasant la semelle plantaire, enfin, le triceps sural se contracte à nouveau pour permettre la propulsion vers le pas suivant. Le retour veineux ne semble donc pas entravé par ce type de course. De plus, ce type de course est associé à une diminution de la longueur et une augmentation de la fréquence des foulées qui augmente, de fait, l'activité de ce cœur périphérique.

2.5. Efficacité

La course à pied au-delà de l'aspect récréatif est un sport très compétitif où la performance est l'objectif principal. Seulement pour améliorer l'efficacité des entraînements et améliorer les performances en compétitions, il faut comprendre les facteurs sur lesquelles agir et ne pas négliger la récupération.

2.5.1. Performance

2.5.1.1. Qualité physiologique (49)

La consommation d'oxygène est théoriquement corrélée à la dépense énergétique puisque l'oxygène est le comburant de l'exercice physique aérobie. On s'intéresse plus particulièrement à la quantité maximale d'oxygène que le corps consomme par unité de

temps, la $VO_2\text{max}$. On distingue deux seuils pour la quantité de lactates dans le sang en fonction de la vitesse ou de la puissance développée. Le premier seuil (SL1) apparaît à environ 40 à 60% de la $VO_2\text{max}$, il est appelé seuil d'accumulation des lactates. Avant ce seuil, les lactates apparaissent et disparaissent en un *turnover* équilibré, mais après ce seuil les lactates commencent à s'accumuler dans le sang signifiant un métabolisme mixte (aérobie et anaérobie). Ensuite on distingue un deuxième seuil (SL2) qui intervient à environ 80% de la $VO_2\text{max}$, au-delà de ce seuil le métabolisme anaérobie est prédominant et les lactates s'accumulent ce qui signifie que le coureur ne pourra pas maintenir très longtemps son effort. Pour un entraînement efficace on préférera être à SL2. Plus un sportif a une $VO_2\text{max}$ élevée plus il sera performant, cependant la capacité à tenir une fraction élevée de $VO_2\text{max}$ sur une longue distance joue aussi un rôle très important dans la performance ; par exemple un coureur avec une $VO_2\text{max}$ plus faible mais qui peut tenir une fraction élevée de sa $VO_2\text{max}$ sur une plus grande distance sera plus performant qu'un coureur avec une $VO_2\text{max}$ plus grande mais qui ne peut pas tenir une fraction aussi élevée de sa $VO_2\text{max}$. Pour attester de l'efficacité on s'intéresse au coût énergétique de la course qui se traduit par la consommation d'énergie lors de la production d'un travail. C'est la consommation d'énergie (la VO_2) par rapport à la masse et à la distance parcourue. Pour optimiser le coût énergétique les sportifs de fond cherchent les chaussures les plus légères possible pour ne pas augmenter l'énergie nécessaire à la locomotion. De plus, la mise en place d'un entraînement agit sur l'ensemble des facteurs physiologiques mis en jeu pendant la course à pied ce qui permet une diminution du coût énergétique.

2.5.1.2. Qualité et performance du mouvement (49)

De nombreuses études ont montré que le coureur adoptait spontanément la foulée la plus économique énergétiquement. Certaines études attribuaient la meilleure économie de course à une mobilisation verticale du centre de gravité plus faible, c'est-à-dire que les sportifs qui montraient une plus forte impulsion verticale seraient moins économes en énergie. De plus lorsque le pied touche le sol, une quantité d'énergie est stockée et grâce aux structures musculo-tendineuses qui agissent à la manière d'un ressort, cette énergie est restituée pendant le mouvement. Ce stockage d'énergie élastique permet de consommer moins d'énergie. Un entraînement exagérant les cycles extension-contraction (avec des séries de petits sauts par exemple) maximise ce phénomène, ils permettent non seulement une amélioration de la contractibilité des muscles mais également une augmentation de la rigidité des structures musculo-tendineuses pour stocker et restituer l'énergie de manière plus efficace. Bien que ces entraînements n'aient pas d'effets sur les paramètres physiologiques comme la $VO_2\text{max}$ et la lactatémie, ils permettent d'augmenter la puissance développée sans augmenter le coût énergétique. L'attaque du pied au sol a aussi un impact sur l'économie d'énergie liée au mouvement puisqu'en augmentant la durée de la phase d'appui, le besoin en énergie est diminué. La longueur des foulées a également un rôle dans l'économie d'énergie, si elle est trop grande elle augmente les forces de réaction au sol et si elle est trop petite elle augmente le travail interne puisqu'elle augmente la fréquence. L'amélioration de l'économie de course est très dépendante des caractéristiques anatomiques et physiologiques de chaque athlète ce qui rend difficile l'établissement d'une technique de course optimale.

2.5.2. Récupération (50,51)

Le stress engendré par l'entraînement ou la compétition est responsable de traumatismes musculaires identifiables par les symptômes de l'inflammation (douleur, chaleur, rougeur et tuméfaction). Ces traumatismes occasionnent une période pendant laquelle le sportif ressent une tension musculaire, un gonflement ou des troubles fonctionnels. Cette période peut durer de quelques minutes à quelques jours, elle est due dans un premier temps aux perturbations métaboliques induites par l'exercice mais à plus long terme par les lésions musculaires et les courbatures.

Les étirements sont souvent conseillés après l'effort pour améliorer la récupération, ils permettraient d'améliorer la circulation sanguine dans les muscles pour éliminer les déchets, de prévenir ou diminuer les courbatures et enfin d'améliorer les qualités élastiques des muscles. En fait, les étirements statiques compriment les capillaires et compromettent la vascularisation ; seuls les étirements « dynamiques » accompagnés de contractions contre de faibles résistances amélioreraient le pompage veineux. En outre, les étirements statiques ne diminuent ni les douleurs ni les courbatures, au contraire les douleurs et courbatures seraient au moins aussi importantes jusqu'à 72h après la pratique d'étirements ; ce ne sont en aucun cas le meilleur moyen de faciliter le drainage sanguin. Les étirements statiques sont en revanche bénéfiques pour améliorer la souplesse mais ils n'ont aucun effet bénéfique sur la récupération, ils sont donc à éviter si un entraînement ou une compétition doit avoir lieu dans les trois jours suivants. Pour améliorer la récupération il est préférable d'enchaîner les « contractions-relâchements » des différents muscles contre une faible résistance et à une faible vitesse en passant par une phase de relâchement importante pour le drainage sanguin ; une surélévation des membres est utile au drainage veineux et à l'élimination des déchets métaboliques. Le « footing » lent est à éviter car les contractions des muscles de la jambe sont trop importantes et les amplitudes trop faibles pour faciliter le drainage sanguin (50).

Pour améliorer la récupération il est aussi souvent conseillé de ne pas arrêter brusquement une activité physique mais de procéder à un « retour au calme », de maintenir une légère activité après l'effort pour accélérer l'élimination des déchets métaboliques et revenir progressivement à un état de repos. Cependant, pour des épreuves d'endurance, la dépense énergétique totale est importante et accompagnée de nombreux microtraumatismes musculo-tendineux, le maintien d'une activité légère ne ferait qu'augmenter la fatigue et les contraintes musculo-tendineuses ou articulaires ce qui serait contre-productif. Le retour au calme est intéressant dans les sports explosifs ou enchaînant les efforts explosifs, il serait alors utile à l'élimination de lactates.

L'immersion en eau froide aurait un effet bénéfique sur la récupération car elle combinerait les effets du froid et les effets de la pression hydrostatique. Dans un premier temps le froid permet de diminuer la température corporelle et générer une vasoconstriction locale, de diminuer la réponse inflammatoire et d'altérer la transmission nerveuse. La pression hydrostatique est supérieure à la pression de l'air, elle provoque le mouvement des gaz et des fluides vers le haut. L'immersion en eau froide permettrait donc de diminuer les symptômes de l'inflammation, que ce soit la douleur ou l'œdème.

La récupération musculaire est un facteur clé de la performance. Si la récupération n'est pas minutieuse, la performance est compromise même si le plan d'entraînement est optimisé. Le repos est le plus souvent préconisé entre les entraînements mais pour augmenter la charge de l'exercice il est possible d'utiliser des techniques de récupération active comme les massages, la cryothérapie, l'amélioration du retour veineux par la compression ou l'électrostimulation. Toutes ces techniques permettent une meilleure tolérance à la répétition des efforts intenses.

2.6. Blessures (13,52)

Si la course à pied n'est pas pratiquée dans de bonnes conditions, elle peut mener à de nombreuses blessures à tous les niveaux du membre inférieur et même au niveau lombaire ou digestif. Leur gravité varie des simples ampoules ou brûlures aux tendinites, entorses et fractures de fatigue. Cependant seules seront traitées ici les blessures évoquées dans le questionnaire, qui pourraient être liées au retour veineux. Il s'agit de blessures musculaires traumatiques sans lésions anatomiques.

2.6.1.1. Crampes

C'est une blessure commune et bénigne mais douloureuse. Il s'agit d'une contraction brutale, brève et involontaire d'une masse musculaire, elle apparaît pendant ou après l'effort. Elle survient aussi souvent la nuit où elle est idiopathique. Elle peut cesser spontanément mais un étirement de la masse musculaire peut accélérer son amélioration.

L'étiologie des crampes musculaires induites par l'exercice n'est pas totalement élucidée mais une théorie est particulièrement mise en avant ; la fatigue et la surcharge musculaire altéreraient le contrôle neuromusculaire en créant un déséquilibre entre les mécanismes excitateurs et inhibiteurs de la contraction (53).

2.6.1.2. Courbatures

Ce sont des douleurs musculaires diffuses plus ou moins intenses appelées DOMS pour « Delayed-Onset Muscle Soreness » qui apparaissent après l'exercice et peuvent durer plusieurs jours. Leur amélioration est spontanée au repos. Elles apparaissent surtout si l'exercice n'est pas habituel et/ou si la récupération est négligée. Une bonne hydratation et de étirements dynamiques doux permettent de limiter leur apparition. Elles sont dues à des microlésions induites par l'exercice qui provoquent une inflammation douloureuse.

2.7. Impacts de la course à pied sur la santé

En fonction de l'intensité, de la fréquence et des conditions dans lesquelles la course à pied est pratiquée, elle a de nombreux effets sur la santé. Ces effets sont surtout positifs et font de la course à pied une activité physique privilégiée dans le maintien d'un bon état de santé. Cependant lorsqu'elle est mal préparée ou pratiquée de manière trop intensive, la course à pied peut avoir des effets néfastes sur la santé.

2.7.1. Bénéfices de la course à pied pratiquée de façon régulière

(54)

2.7.1.1. Entretien du système cardiovasculaire

Plus que tout autre facteur l'état de notre système cardiovasculaire est l'indicateur de notre santé. Or l'activité et l'exercice physique régulier préservent l'intégrité de ce système. L'augmentation de la taille du cœur et du volume efficace, la diminution de la fréquence cardiaque et de la tension artérielle, l'élimination des dépôts graisseux, l'augmentation de l'efficacité des échanges gazeux, tous ces effets de la course à pied sont liés à une prévention primaire et secondaire des maladies cardiovasculaires et à une diminution du risque d'accident vasculaire cérébral ischémique et hémorragique.

2.7.1.2. Contrôle du poids

La course à pied lorsqu'elle est pratiquée régulièrement est impliquée dans la prévention de l'obésité. En augmentant la masse musculaire au détriment de la masse grasse, la course à pied permet d'augmenter le métabolisme de repos et donc de maintenir une masse corporelle idéale. De plus l'augmentation de la masse musculaire, par l'entraînement en endurance, augmente la sensibilité à l'insuline chez le sujet sain, insulino-résistant ou diabétique, favorisant l'hémostase du glucose. Enfin, en favorisant la perte ou le contrôle du poids la course à pied permet d'améliorer l'image corporelle.

2.7.1.3. Système immunitaire

L'activité physique modérée augmente la production de lymphocytes T, de phagocytes et d'anticorps réduisant ainsi les risques d'infections, notamment respiratoires. Le statut immunitaire serait influencé par l'activité sportive sous un modèle de U inversé ; l'immunité serait améliorée progressivement avec l'augmentation de l'activité puis se dégraderait plus que la normale dans le cas d'activités intenses(55).

2.7.1.4. Squelette (56)

L'activité physique fait « travailler » les os, les contraintes qu'elle impose jouent un rôle bénéfique dans la minéralisation osseuse. En augmentant la densité osseuse l'activité réduit

l'incidence des fractures et prévient l'apparition de l'ostéoporose. Cependant une activité trop importante dans la jeunesse pourrait altérer les processus de croissance et de maturation osseuse.

2.7.1.5. Effets cutanés

L'activité physique augmente la température corporelle qui est en partie dissipée par la sudation. La vasodilatation nécessaire au transfert de chaleur du corps vers l'extérieur augmente le flux sanguin cutané. Cette augmentation permet de maintenir le tissu épidermique en bon état. La sueur ainsi produite nettoie également les pores et améliore l'aspect général de la peau.

2.7.1.6. Réducteur de stress (57)

La course à pied est impliquée dans l'amélioration du bien-être mental ; elle diminue le stress, l'anxiété et la dépression, elle favorise l'estime de soi. La course à pied augmente le taux d'endorphines circulantes et de neurotransmetteurs comme la dopamine, la sérotonine ou la norépinéphrine utiles dans la régulation des émotions et la perception de la douleur qui pourrait influencer l'humeur et l'anxiété. Elle augmente aussi la température corporelle qui, de la même façon que le sauna ou le bain chaud, améliorerait le bien-être. La sensation de maîtrise de soi et le sentiment d'efficacité procurés par la course à pied seraient suffisants pour qu'elle ait des effets antidépresseurs : cet effet peut aussi être lié à la sortie du cadre quotidien (« time-out ») qui distrait la personne de ses malaises physiques ou psychologiques.

2.7.1.7. Cancer (58)

De nombreuses études observationnelles ont mis en évidence une relation entre une activité physique régulière et la prévention des cancers en particulier le cancer du côlon où les preuves sont « convaincantes » et le cancer du sein où les preuves sont « probables ». De manière générale la diminution de la masse grasse et du temps d'exposition aux œstrogènes induits par l'exercice physique régulier réduit le risque de cancer. L'ensemble des mécanismes biologiques pouvant être impliqués dans le lien entre activité physique et cancer est détaillé dans l'annexe 1.

2.7.1.8. Retour veineux

La pratique de la course à pied en endurance lorsqu'elle est pratiquée régulièrement et de manière raisonnable (adaptée au niveau d'entraînement) est recommandée par la société de chirurgie de la langue française pour ses effets bénéfiques sur la fonction de la pompe veineuse et la prévention et le traitement de la maladie veineuse (59).

Les contractions intermittentes des muscles de la loge postérieure de la jambe jouent le rôle de pompe foulante et réduisent la pression distale dans les veines, c'est un facteur fondamental du retour veineux. La course à pied pratiquée de manière régulière permet la

bonne trophicité du muscle triceps sural et le bon fonctionnement de la chaîne articulaire du membre inférieur. Ainsi la pompe veineuse du mollet est entretenue et son efficacité perdure. La pratique de la course à pied augmente la compliance des veines des membres inférieurs. La volémie chez les sujets entraînés est plus importante, le réseau veineux s'adapterait donc pour réguler cette augmentation de volume (60). Une étude de Chantemèle et ses collaborateurs en 2004 propose que l'augmentation de la compliance soit liée à l'augmentation de la densité des capillaires musculaires chez un sujet entraîné (61). En 2005 Hernandez et Franke ont mis en évidence une augmentation du tonus sympathique des veines avec l'activité physique sportive ainsi qu'une modification de la composition des veines avec une augmentation de la part d'élastine dans *la media* et une diminution du collagène dans *l'adventice*. Ces dernières découvertes restent selon les auteurs encore à démontrer sur le plan histologique mais demeurent cependant très intéressantes car des modifications de la structure des veines se retrouvent également dans la maladie variqueuse.

2.7.1.9. Conclusion (48,58,62–65)

La pratique régulière d'une activité physique comme la course à pied d'endurance est impliquée dans de multiples bienfaits sur la santé au niveau physique avec une amélioration du profil lipidique, de l'homéostasie du glucose, du flux sanguin ou de la fonction cardiaque en générale. On note surtout un rôle dans la prévention primaire et secondaire de maladies chroniques comme l'obésité et le diabète, les maladies cardiovasculaires et l'hypertension, les cancers ou l'ostéoporose. Au niveau du bien-être mental la course à pied est un excellent anti-dépresseur qui diminue l'anxiété, améliore l'estime de soi et l'image corporelle avec un effet positif sur le stress. En plus de vieillir en bonne santé en prévenant les maladies cardiovasculaires et métaboliques, la course à pied, par l'augmentation de la masse musculaire qu'elle entraîne, diminue le risque de chute et la perte d'autonomie liés à la fonte musculaire physiologique au cours du vieillissement. De plus, la course à pied permet de ralentir le déclin du système immunitaire naturel physiologique avec l'avancée en âge. La France compte aujourd'hui environ 19% de sa population qui pratique la course à pied (37) mais seulement 43% des adultes ont un niveau d'activité physique suffisant. Seuls 5 à 9% des enfants ont un niveau d'activité jugé satisfaisant (66). Il reste donc beaucoup à faire pour sensibiliser la population aux bienfaits de l'activité physique et la course à pied.

2.7.2. Risques sur la santé d'une pratique non adaptée de la course à pied (67)

2.7.2.1. Hypoglycémie

C'est l'une des causes les plus fréquentes de malaise en course à pied, un effort prolongé ou une mauvaise alimentation entraîne une diminution trop importante de la glycémie. Les sportifs diabétiques sont les plus à risque mais ils sont souvent mieux préparés, ce malaise les concerne moins. Repos et réalimentation avec une boisson sucrée permet la récupération.

2.7.2.2. Hyperthermie d'effort

Aussi appelée « coup de chaud » l'hyperthermie d'effort apparaît après un effort prolongé par temps chaud ou ensoleillé. La fièvre devient importante et l'arrêt est indispensable avec une intervention des secours. Il est obligatoire de faire redescendre la température corporelle avec tous les moyens à disposition et de se réhydrater.

2.7.2.3. Aménorrhée

Le volume trop important de course à pied d'endurance peut entraîner une privation des règles. C'est une des causes d'ostéoporose précoce et donc de fractures de fatigue. Ces perturbations hormonales sont liées à un déficit d'apports énergétiques dû à une alimentation non adaptée couplée à une activité sportive trop intense.

2.7.2.4. Addiction (68)

« L'addiction se caractérise par l'impossibilité de contrôler un comportement visant à procurer du plaisir ou soulager un malaise et continuer la poursuite de ce comportement malgré les conséquences néfastes sur la santé. Ce comportement regroupe l'usage nocif, l'abus ou la dépendance ». L'addiction à la course à pied peut naître de la libération d'endorphines qui crée une accoutumance amenant le sportif à pousser toujours plus loin son exercice et/ou à une amélioration de l'estime et de l'image de soi. On note aussi une dimension compulsive dans la répétition et la ritualisation des entraînements. L'addiction à l'exercice a été dénommée « addiction positive » par le Dr William Glasser en 1976, cependant elle peut engendrer des comportements dangereux comme la pratique de l'activité malgré une contre-indication médicale ou l'aggravation de certaines blessures. Sur le plan psychologique, l'addiction à la course à pied peut provoquer des troubles tels que l'anxiété, la dépression ou l'isolement social. L'addiction peut même entraîner le sportif vers d'autres types d'addiction. Dans une étude menée sur 27 courses d'ultra-endurance entre septembre 2013 et octobre 2014 sur des coureurs de plus de 50 ans, plus de 55% des coureurs interrogés étaient dépendants ou à risque de le devenir.

2.7.2.5. Troubles du comportement alimentaire(69)

On parle « d'anorexie athlétique » lorsque les troubles sont secondaires à une activité sportive intense. L'anorexie touche surtout des femmes et certains facteurs favorisent sa survenue. Contrairement à l'anorexie mentale, l'image de soi n'est pas déformée. Cependant les sports d'endurance tel que la course à pied, à travers leurs aspects compétitifs ou la recherche de perte de poids, sont des vecteurs relativement importants de l'anorexie. Ce type d'anorexie n'est pas lié à des carences nutritionnelles ou vitaminiques car le sportif contrôle parfaitement ses apports pour permettre une performance optimale, ce qui rend cette anorexie réversible puisque lorsque le sportif n'a plus de performance à maintenir ses apports augmenteront. Ces troubles alimentaires délétères peuvent être liés à une addiction au sport.

2.7.2.6. Système immunitaire

Chez l'athlète qui subit une période d'entraînement intense voir de surentrainement il a été montré une diminution des paramètres immunitaires ; pas suffisamment pour rendre le sportif immunodéprimé et développer des maladies associées, mais suffisant pour augmenter l'incidence des infections du tractus respiratoire notamment après des épreuves comme les marathons ou ultra-marathons.

2.7.2.7. Maladie veineuse (70)

La course à pied génère beaucoup plus d'énergie que la marche et 75% de cette énergie est produite sous forme de chaleur endogène. La température corporelle augmente et peut atteindre 41°C dans les muscles. Cet excès de chaleur est éliminé par la respiration mais également par transpiration au niveau de la peau.

De plus, la distribution du débit cardiaque est différente à l'exercice et au repos, la vasodilatation au niveau des muscles actifs entraine une augmentation du débit musculaire supérieure à 20 fois le débit au repos. Lorsque l'on ajoute l'augmentation de température à l'augmentation de débit sanguin, c'est le débit de la pompe aspirante et de la pompe foulante qui est augmenté. L'augmentation de la température et du débit est compensée par la dilatation des veines périphériques, c'est pourquoi les veines des sportifs apparaissent parfois grosses et visibles, cependant elles ne sont pas habituellement incontinentes. Lorsque la course à pied est pratiquée de façon régulière et intensive les besoins en oxygène augmentent ainsi que l'hématocrite et la viscosité. Si l'exercice se prolonge et si la chaleur ne peut pas être correctement éliminée, à cause d'un vêtement chaud ou trop serré par exemple, l'équilibre entre la pompe foulante et la pompe aspirante peut être altéré. Le sang stagne dans le système veineux périphérique augmentant la pression transmurale, ce qui peut mener à une incontinence valvulaire.

De la même façon une pratique répétée sur des sols durs provoque des à-coups d'hyperpression, moindre que dans les sports de raquettes par exemple, mais plus fréquents. Ces hyperpressions répétées pourraient favoriser les dilatations veineuses, les altérations pariétales et valvulaires. L'hyperpression musculaire qui en découle est le témoin d'une inadaptation du système veineux par rapport aux contraintes imposées. Elle semblerait corrélée à l'augmentation du taux sanguin de CPK de l'ammoniémie et des antioxydants (71). Ces effets sont cependant peu étudiés et semblent être spécifiques aux sportifs pratiquant une activité physique intense de manière chronique et aucune donnée épidémiologique n'est identifiée dans la littérature(59).

3. PRINCIPES DE LA COMPRESSION ET UTILISATION (4,72–75)

On parle souvent de « bas de contention » ou de « bas de compression » sans distinction, pourtant ces deux principes sont bien différents. Ces vêtements sont utilisés en première intention dans les maladies veineuses où la pression exercée est dépendante de l'indication dans laquelle elle est prescrite. Ils sont également de plus en plus utilisés par les sportifs dans toutes les activités, en particulier la course à pied où ils sont utilisés pendant et/ou après l'effort. Leurs effets sont affirmés à grands renforts de marketing mais de nombreuses études se sont intéressées aux effets de ces vêtements sur la pratique de la course à pied.

3.1. Rappels sémantiques

3.1.1. Contention

La contention s'oppose passivement à l'augmentation du volume et exerce une très faible pression sur la jambe au repos. Lors de la contraction musculaire, l'augmentation du volume musculaire est contenue par la mise en place de bandes peu ou pas élastiques, la pression augmente donc au niveau de la peau et des tissus sous-jacents.

3.1.2. Compression (73,75)

La compression applique une pression continue au repos ou pendant la contraction musculaire. Elle est apportée par une orthèse élastique dont les forces de rappel du tissu agissent de manière active et constante sur le membre.

3.1.3. Confusions

Bien que les principes physiques entre contention et compression soient bien définis, les termes contention et compression sont souvent utilisés sans distinctions et à tort que ce soit par le public ou le corps médical. Seule la langue française distingue ces deux termes, dans la langue anglaise, principale source d'articles scientifiques, seul le terme de compression est traduisible, aucune distinction n'est faite entre les différents dispositifs. Or les principes physiques sont opposés et cette dénomination commune peut amener à de gros contresens, notamment le terme de « bas de contention » largement utilisé qui est un non-sens puisqu'ils agissent en exerçant de la compression.

3.2. Principe mécanique

La pression est définie par la force appliquée sur la surface, elle est exprimée en millimètre de mercure (mmHg) ou en hectopascal (hPa) (1mmhg = 1.33 hPa). Le principe de la compression appliquée aux membres inférieurs est d'augmenter la pression dans les tissus sous-jacents pour limiter la dilatation des veines, la stase veineuse et d'éliminer rapidement les toxines endogènes.

Une jambe n'est pas parfaitement circulaire, elle est faite de parties courbes et d'autres plus planes. La pression appliquée n'est donc pas la même en tout point. Elle dépend de la loi de Laplace qui définit la pression (P) comme le ratio entre la tension du textile (T) et le rayon de courbure de la jambe (R) :

$$P = \frac{T}{R}$$

La pression est donc inversement proportionnelle au rayon de courbure, si le rayon de courbure est faible comme au niveau des malléoles par exemple ou du tibia, la pression sera élevée et au niveau retro-malléolaire ou entre les deux gastrocnémiens la pression sera plus basse. Le niveau de compression requis dépend de plusieurs facteurs tels que la zone de la jambe (cheville ou mollet), le rayon de courbure ou l'activité.

La compression agit sur les hyperpressions dues à la pression hydrostatique mais également les variations de pressions durant l'effort. Le but est de diminuer la pression transmurale, c'est-à-dire la différence entre les pressions intra et extra vasculaire, ou en tout cas de la rapprocher de celle d'un sujet sain. La pression intravasculaire dépend de la pression hydrostatique, de la pression résiduelle et du fonctionnement des muscles en particulier du mollet. La pression extravasculaire est la somme des pressions tissulaires et de la pression atmosphérique. La compression agit au niveau de la microcirculation où elle facilite le drainage vers les lymphatiques, elle nécessite des pressions faibles pour ne pas entraîner d'occlusion des vaisseaux superficiels. Elle agit au niveau de la macrocirculation en augmentant la vitesse du flux veineux qui est inversement proportionnelle à la pression transmurale. Elle nécessite pour cela des pressions élevées. La diminution du calibre des gros troncs veineux est moins probable, mais la création d'une contre pression pariétale pour éviter leur distension est possible. De plus, le rétablissement d'une bonne coaptation valvulaire est une théorie séduisante mais qui n'a pas encore été démontrée (75).

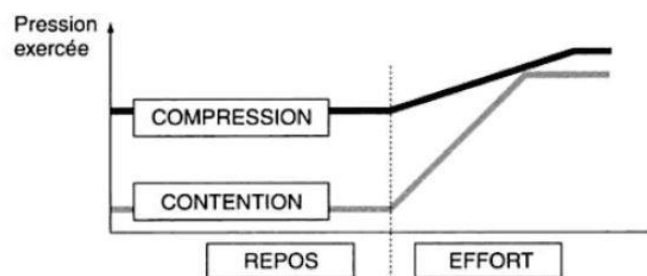


Figure 27 : Représentation schématique des variations de pressions au repos ou à l'effort apportées par la compression et la contention (6)

3.3. Compression médicale

3.3.1. Bandes (4,76)

Les bandes peuvent être utilisées pour appliquer de la contention ou de la compression, c'est la mise en place et la superposition de différentes bandes qui définira le profil de contention/compression appliqué. Cette mise en place est difficile et spécifique du but thérapeutique souhaité, elle est réservée aux personnes formées (qui peuvent être le patient). Leur prescription n'est accordée qu'aux médecins (généralistes ou spécialistes) et aux kinésithérapeutes. Dans le cas des bandes on ne parle pas de compression ou de contention mais plutôt de bandes à allongement court, voir ultra-court, ou à allongement long. Elles sont en général utilisées pendant de courtes périodes, de quelques jours à quelques semaines. On distingue par exemple les bandes sèches amovibles, les bandes cohésives ou les bandes adhésives élastiques. Toutes ces bandes peuvent être utilisées pour créer de la contention ou de la compression. Elles sont cependant retirées la nuit pour éviter un effet garrot au niveau du creux poplité. Il est aussi possible de superposer deux types de bandes différentes si on recherche un effet particulier.

3.3.2. Les « bas à varices », « bas de contention » ou bas médicaux de compression (BMC) (75)

Ceux que nous appelons « bas à varices » ou « bas de contention », qu'ils soient de séries ou sur mesures fonctionnent exclusivement sur un principe de compression. Ce sont des dispositifs médicaux qui ne doivent pas faire l'objet d'automédication, c'est pourquoi ils sont désormais nommés « bas médicaux de compression » ou BMC.

Les bas médicaux de compression exercent une pression constante sur la jambe et les tissus sous-jacents que ce soit au repos ou pendant l'effort. Les pressions thérapeutiques appliquées sont quantifiées selon la norme française NF G30 102 B, les pressions sont mesurées par dynamométrie. Celle qui fait référence pour les BMC est la pression exercée au niveau de la cheville exprimée en mmHg, la pression mesurée n'est pas tout à fait la même que la pression appliquée car pour quantifier la pression le modèle utilisé est un modèle parfaitement cylindrique, les pressions sont constantes autour du modèle, ce qui n'est pas le cas sur une cheville (cf. loi de Laplace). Les industriels disposent d'un référentiel technique auquel ils doivent se référer pour que les bas soient certifiés (gage de qualité).

La particularité textile qui permet de répondre au mieux aux exigences médicales est actuellement le « tricot élastique tramé ». Les BMC sont tricotés à partir de matières textiles fibreuses classées en 3 familles : les fibres synthétiques (polyamide, polyester...), les fibres artificielles (viscose ou bambou) ou les fibres naturelles comme le coton, le lin ou la laine. Pour assurer leur fonction, les BMC nécessitent la combinaison de plusieurs types de matières : les fils élastiques en trame qui assurent la compression et les fils de mailles de différentes matières pour assurer le confort et l'esthétisme. Cependant de nombreuses innovations voient régulièrement le jour au niveau des textures, des modèles ou des couleurs permettant d'améliorer sensiblement l'observance.

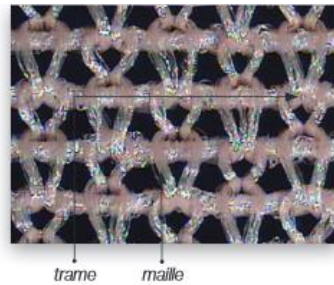


Figure 28 : Photographie de la structure du "tricot élastique trame" qui compose les bas médicaux de compression (77)

3.3.2.1. Indications

Au stade C0 et C1 de l'affection veineuse, les effets de la compression médicale ne sont pas prouvés. Les BMC et les bandes sont en revanche indiqués dans les autres phases des affections veineuses chroniques du stade C2 au stade C6 et après sclérothérapie³ ou chirurgie des varices. On les utilise aussi dans le traitement et la prévention des thromboses veineuses ou du lymphœdème.

Tableau 1 : Indications des différents dispositifs de compression en fonction des situations cliniques (78)

Situation clinique	Dispositifs	Modalités
Varices 3 mm (stade C2)	bas (chaussettes, bas-cuisse, collants) de 15 à 20 ou 20 à 36 mmHg	► Traitement au long cours
Après sclérothérapie ou chirurgie des varices	- bas indiqués pour les varices - ou bandes sèches à allongement court	► 4 à 6 semaines
Cedème chronique (stade C3)	- bas (chaussettes, bas-cuisse, collants) de 20 à 36 mmHg - ou bandes sèches à allongement court ou long	► Traitement au long cours, avec réévaluation régulière du rapport bénéfices/risques
Pigmentation, eczéma veineux (stade C4a)	- bas (chaussettes, bas-cuisse, collants) de 20 à 36 mmHg - ou bandes sèches inélastiques ou à allongement court - ou bandes enduites	
Lipodermatosclérose, hypodermite veineuse, atrophie blanche (stade C4b)	- bandes sèches inélastiques ou à allongement court - ou bandes enduites - ou bas (chaussettes, bas-cuisse, collants) de 20 à 36 mmHg (au stade chronique)	
Ulcère cicatrisé (stade C5)	- bas (chaussettes, bas-cuisse, collants) de 20 à 36 ou > 36 mmHg - ou bandes sèches à allongement court	
Ulcère ouvert (stade C6)	- bandages multitypes en première intention - ou bandes sèches inélastiques ou à allongement court - ou bandes enduites - ou bas (chaussettes, bas-cuisse, collants) > 36 mmHg	► Jusqu'à cicatrisation complète

Pour chaque phase de la classification une pression est indiquée mais la pression à retenir est toujours la plus élevée supportée par le patient. Si des troubles de différents stades cliniques sont identifiés, le dispositif indiqué dans le stade le plus sévère est à retenir.

³ La sclérothérapie fait partie des techniques ablatives endoveineuses. Elle consiste à injecter un produit sclérosant dans une veine variqueuse pour la supprimer.

3.3.2.2. Classification

Le référentiel technique n'impose pas aux industriels une pression dégressive entre la cheville et le mollet pour les chaussettes, qui sont les dispositifs de compression les plus utilisés. Il leur impose cependant une dégressivité entre la cheville et la cuisse. La mention de la dégressivité de la pression n'est pas obligatoire, il est donc difficile de savoir si les chaussettes sont effectivement dégressives. Un référentiel devrait être publié par l'HAS pour obliger une dégressivité minimale entre cheville et mollet. Les BMC sont répartis en France en 4 classes en fonction de la pression que l'on souhaite appliquer à la cheville :

- Entre 10 et 15 mmHg : Classe I, la pression la plus faible, exerçant un maintien, elle est utilisée dans les stades C0 et C1 des affections veineuses chez les patients qui présentent les premiers symptômes de troubles veineux (jambes lourdes, fourmillements etc.).
- Entre 15.1 et 20 mmHg : Classe II, ce sont les plus prescrits, Ils sont utilisés pour le stade C2, les varices, les chirurgies des varices, pendant toute la grossesse et pour les voyages en avion de plus de 4h.
- Entre 20.1 et 36 mmHg : Classe III, ils sont recommandés pour les varices et sont utilisés de l'œdème à l'ulcère cicatrisé.
- Supérieure à 36 mmHg : Classe IV, recommandés dans l'ulcère ouvert jusqu'à la cicatrisation complète.

Cette classification est spécifique à la France, elle peut varier à l'étranger, elle est historique et non basée sur des données cliniques. Les BMC sont inscrits sur la liste des produits et prestations remboursables (LPPR), ils sont donc pris en charge par l'assurance maladie à 65% du prix LPPR soit : 22,40€ pour des chaussettes/bas-jarrets/ mi-bas ; 29,78€ pour des bas cuisse et 42,03€ pour des collants. Les bas de classe I ne sont pris en charge que lorsqu'ils sont prescrits en superposition avec un bas d'une classe supérieure (mention qui doit être précisée sur l'ordonnance). La prise en charge des BMC dépend de la prescription (par un médecin, une sage-femme ou un kinésithérapeute) ou du renouvellement à l'identique par une infirmière. La prescription n'est pas limitée mais doit rester raisonnable, la prise en charge dépend de la sous-section départementale de la CNAM (caisse nationale d'assurance maladie), elle peut varier en fonction du département.

3.3.2.3. Contre-indications

Les contre-indications à la compression sont peu nombreuses mais doivent être prises en compte par le prescripteur et le pharmacien qui délivrera les dispositifs.

Certaines contre-indications sont absolues :

- AOMI : artériopathie oblitérante des membres inférieurs si IPS (indice de pression systolique) < 0.6
- Microangiopathie diabétique évoluée (uniquement pour les classe III et IV)
- Thrombose septique
- *Phlegmatia coerulea dolens* ou phlébite bleue douloureuse avec compression artérielle

D'autres nécessitent une réévaluation régulière :

- AOMI avec IPS entre 0.6 et 0.9
- Neuropathie périphérique évoluée
- Dermatose suintante ou eczématisée
- Intolérance aux fibres utilisées

3.3.2.4. Chaussettes, bas, collants même efficacité ?

Ce sont les termes « bas à varice », « bas de contention » ou « bas médical de compression » qui sont le plus souvent utilisés. On entend par « bas » l'ensemble des dispositifs médicaux de compression enfilable, aussi bien les chaussettes (mi-bas ou bas jarrets) que les bas en tant que tels ou les collants. L'efficacité de tous ces dispositifs est la même sur les affections veineuses. La pression des BMC est dégressive c'est-à-dire qu'elle est élevée à la cheville, moins élevée au mollet et au niveau des cuisses ou de la culotte d'un collant (même de maternité) la pression est trop faible pour avoir un impact sur l'écoulement veineux. La forme dépend donc de l'acceptation du patient. La délivrance obligatoire de bas ou de collant peut être justifiée dans l'objectif de protéger une varice importante au niveau de l'arrière du genou par exemple ou de la cuisse.

3.4. Utilisation chez le sportif (71,73,79)

Chez le sportif, on retrouve des vêtements de compression également sous plusieurs formes, essentiellement des chaussettes mais également des manchons, collants ou cuissards. Ce sont des dispositifs de compression dont le principe est différent et la compression apportée varie en fonction des produits, la dégressivité est en générale moins importante. On distingue deux types de vêtements de compression, ceux portés pendant l'effort et ceux portés après l'effort, pour la récupération. Ici le but est, en plus d'améliorer la circulation du sang dans la jambe, d'améliorer plus spécifiquement la circulation du sang dans les muscles, en particulier du mollet. Ce ne sont pas des dispositifs médicaux et ils ne sont pas pris en charge par l'assurance maladie.

3.4.1. Objectifs

L'objectif de ces bas est d'améliorer la microcirculation, c'est-à-dire d'augmenter le flux capillaire et de favoriser le drainage lymphatique, et d'améliorer la macrocirculation, c'est-à-dire de diminuer le calibre des veines et d'améliorer la fonction valvulaire si la pression est suffisante. L'action de ces bas est mécanique, la pression appliquée est répartie de façon indirecte au système vasculaire.

3.4.2. Différents systèmes

On ne s'intéresse ici qu'aux systèmes de compression des membres inférieurs.

3.4.2.1. Les chaussettes

De la même façon que les chaussettes de compression médicales, elles couvrent la jambe du pied jusque sous le creux poplité. Leur particularité est que les pressions appliquées peuvent être dégressives ou progressives en fonction des objectifs recherchés et des fabricants. Elles peuvent être utilisées pour l'effort ou pour la récupération.

3.4.2.2. Les manchons

Ils couvrent la jambe de la cheville au creux poplité. Ils sont surtout utilisés pendant l'effort.

3.4.2.3. Les collants ou « leggings »

Ils couvrent les membres inférieurs de la cheville à la taille. Ils sont beaucoup utilisés dans les sports d'endurance ou dans les sports collectifs.

3.4.2.4. Les cuissards

Ils couvrent du dessus des genoux à la taille, ils sont souvent confondus avec les quads cuisses qui ne couvrent que les cuisses. Leurs utilisations sont sensiblement les mêmes.

3.5. Effets de la compression chez le sportif (71)

Il est admis que le sport est bénéfique pour la santé et pour la préservation du retour veineux, il est même bénéfique pour améliorer le retour veineux et donc les symptômes de personnes souffrant d'affections veineuses. Mais ce bénéfice dépend de certaines conditions : le type, l'intensité et la durée de l'exercice qui peuvent au contraire détériorer le retour veineux. Quant aux effets de la compression sur les performances ou la récupération, ils sont difficiles à distinguer car la performance est très largement dépendante de la récupération d'autant plus si les entraînements sont répétés et rapprochés. Les effets de la compression dépendent aussi du type d'effort, de son intensité et de sa durée mais également des pressions apportées et du type de compression utilisé. On distingue deux types de compression, la compression dégressive traditionnellement utilisée dans les BMC et un nouveau genre de compression : la compression progressive.

3.5.1. La compression progressive

Ce type de compression est apportée exclusivement par les produits du laboratoire BV SPORT cette technologie est protégée par trois brevets (1979, 2001 et 2007). Le volume maximal du sang veineux est contenu dans le mollet et non dans la cheville, il agit comme un

deuxième cœur, la compression du mollet serait donc plus importante pour favoriser le flux sanguin pendant et après un effort. Ainsi allant à l'encontre des bas médicaux existants la compression de la gamme BOOSTER® de BV SPORT applique des pressions plus importantes au niveau du mollet (15 à 20 mmHg) que de la cheville (5 à 7 mmHg).

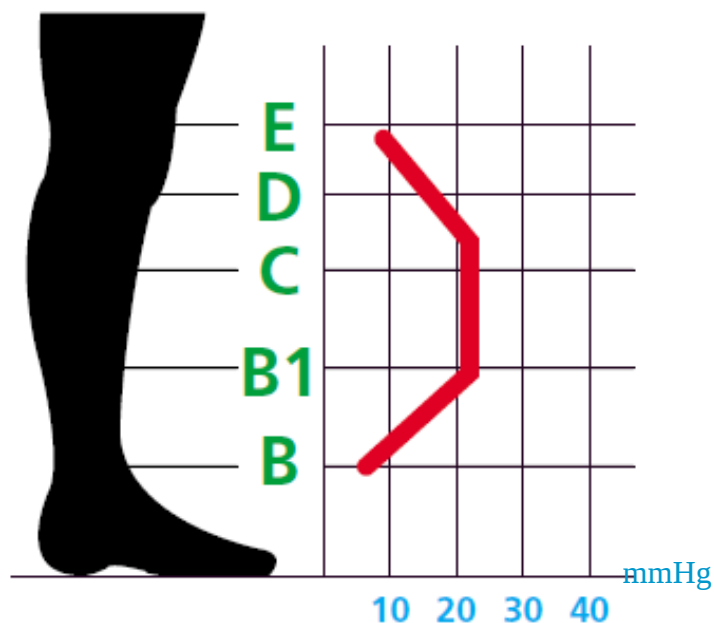


Figure 29 : Schéma représentatif du principe de la progressivité de la compression (80)

L'étude BOOSTER, Couzan 2008, sur des sportifs sans pathologie veineuse pratiquant des disciplines variées à un niveau variable a montré que, grâce au port de compression progressive pendant l'effort (manchon 20mmHg) et au moins deux heures après l'effort (chaussettes 25mmHg) les sensations de douleurs, impatiences, crampes et œdèmes étaient améliorées dans 84% des cas pendant l'effort et 94% des cas après l'effort (71).

Une deuxième étude, Allaert 2017 a été réalisée sur 35 sportifs pratiquant pour la majorité la course à pied pendant en moyenne 1,3 heures par semaine. Les coureurs ont subi un test d'endurance à j3 et j10 en utilisant ou non des manchons de compression progressive (15 à 20 mmHg) pendant l'effort et les deux heures suivantes ; puis pendant les trois jours suivants ils ont reporté l'intensité de la douleur musculaire ressentie. Que les sujets aient utilisé de la compression ou non la douleur était maximale le premier jour puis dégressive les jours suivants. Cependant, lorsque la compression était portée pendant l'effort, la douleur était significativement moins importante. Cette étude montrait que le port de compression progressive était bénéfique pour la récupération, et donc pour la performance puisqu'elle permettait une meilleure tolérance musculaire lors d'entraînements intensifs répétés et/ou se succédant rapidement (81).

3.5.2. La compression dégressive

La compression dégressive est la première utilisée par les sportifs, elle utilise le même principe que les BMC. La pression la plus élevée est au niveau de la cheville (car c'est là que la pression hydrostatique est la plus élevée) et elle diminue en remontant la jambe (pour accompagner la remontée physiologique du sang). Les bas utilisés dans le sport exercent une pression à la cheville de 15 à 25 mmHg, ce qui pourrait correspondre à une classe II.

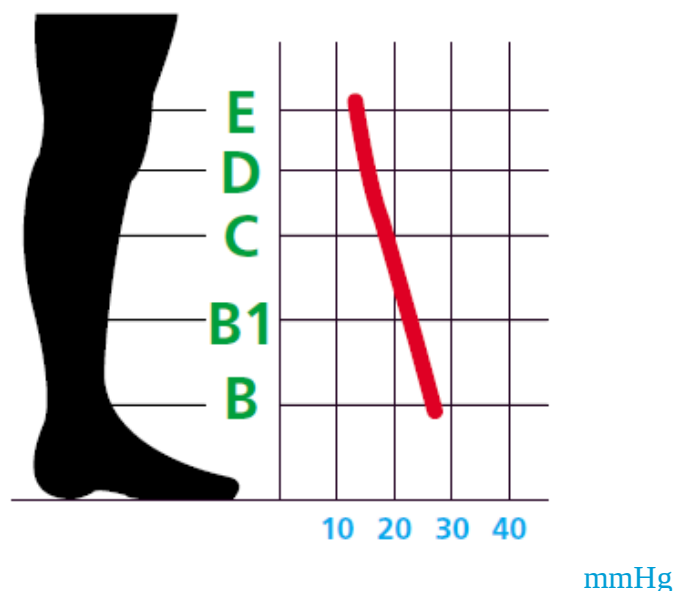


Figure 30 : Schéma représentatif du principe de dégressivité de la compression (80)

L'étude « Compression et performance », Ponce et Lepers 2011, s'est déroulée sur trois expérimentations dont une ayant pour but de tester la diminution de l'amplitude des vibrations de la jambe lors d'un exercice de course à pied. Quinze jeunes adultes ont pris part à l'expérimentation avec et sans manchons de compression « Pulse Road » de la marque Sigvaris qui applique une pression théorique de 24 mmHg au niveau de la cheville avec une légère dégressivité vers le mollet. L'exercice consistait en une course à pied sur tapis à deux allures différentes pendant deux minutes avec et sans compression. Les manchons de compression dégressive avec une pression théorique de 24mmHg semblaient en mesure de réduire le ballotement de la masse musculaire du mollet d'environ 20% lors d'une épreuve de course à pied. L'effet d'une diminution du ballotement sur la fatigue ou les dommages pendant une épreuve plus longue n'a pas été mesuré (82).

Une autre étude a été menée par Questel et Girardin en 2010 dans le but de montrer les bénéfices apportés par des chaussettes de récupération. Les 26 sujets ont été soumis à deux épreuves de course à pied d'une heure dans un parc à allure « de croisière » à une semaine d'intervalle. Lors de la première séance le groupe A finissait sa course et enfilaient les chaussettes de récupération pendant 6 à 8 heures et le groupe B ne portait pas de compression. Une semaine plus tard le groupe A, après la course enfilaient les chaussettes de récupération et utilisait un spray froid, le groupe B lui enfilaient les chaussettes de récupération. A la fin de

chaque épreuve et le lendemain le taux de CPK (créatine phosphokinase) était mesuré⁴, la perception des sportifs était également recueillie. La compression apportait une réduction du taux de CPK dans le sang dans 73% des cas (le froid diminue encore ce taux de CPK). La compression seule semblait donc suffire pour optimiser la phase de récupération si elle était portée tout de suite après l'effort et pendant au moins 6 heures. Près de 80% des sujets ont aussi ressenti une diminution des douleurs musculaires par rapport à une récupération passive (83).

Enfin une étude de Bieuzin et Brinsswalter en 2010, s'est penchée sur l'efficacité de la compression dégressive sur la récupération via un manchon de compression pendant l'effort et une chaussette de récupération après l'effort. L'étude a été effectuée pendant 4 semaines sur des sportifs entraînés régulièrement sur des épreuves de type « trail ». Les sportifs ont été séparés selon trois conditions :

Témoin : pas de manchons pendant l'effort et pas de chaussettes de récupération après l'effort.

Groupe 2 : pas de manchon pendant l'effort mais des chaussettes de récupération après l'effort.

Groupe 3 : port de manchon pendant l'effort mais pas de chaussettes de récupération après l'effort.

Le facteur mesuré pour refléter la fatigue musculaire est le taux de consommation d'oxygène par le muscle. Deux autres facteurs étaient évalués, la puissance explosive et la force maximale volontaire ; ils reflètent la performance musculaire. Les mesures étaient effectuées juste avant, juste après, 2 heures après, 24 heures après et 48 heures après l'effort. Les résultats suggéraient que les sportifs ayant portés le manchon pendant l'effort récupéraient plus vite leur force explosive et les muscles étaient moins fatigués que le groupe témoin ; le sportif utilisant la chaussette retrouvait plus facilement sa force maximale volontaire. Les effets semblaient donc complémentaires et l'utilisation combinée d'un manchon pendant l'effort et d'une chaussette après l'effort pourrait apporter un réel bénéfice sur la qualité et la rapidité de la récupération (84).

3.5.3. Etat des connaissances

Les études citées précédemment sont intéressantes car elles présentent de réels bénéfices pour le sportif, au niveau de la performance mais surtout de la récupération que ce soit avec la compression progressive ou la compression dégressive plus classique. Cependant bien que les méthodologies utilisées soient assez strictes pour montrer des résultats valides, force est de constater que ces études sont toujours menées et/ou financées par les laboratoires fabricants BV SPORT et Sigvaris. Il existe de nombreuses autres études sur les effets de la compression dans différents sports, sur différents types de sportifs, sur différents types de vêtements compressifs avec les différents types de compression mais les procédures sont très hétérogènes et les résultats souvent discordants ce qui rend difficile les comparaisons.

⁴ La CPK est un marqueur sanguin de la souffrance ou « fatigue » musculaire.

C'est pourquoi dans cette partie nous allons utiliser différentes revues de littérature pour synthétiser les effets retrouvés dans les différentes études.

En 2013, Born et al. ont mené une méta-analyse sur les effets des vêtements de compression sur la performance et la récupération sportive. Elle incluait 31 études sélectionnées, qui devaient porter sur des paramètres physiologiques, biomécaniques ou psychologiques et aucun des participants ne devait présenter de troubles cardiovasculaires, métaboliques ou musculosquelettiques. Pour la sélection de ces études tous les types de vêtements de compression ont été inclus et les différents types d'exercices qu'il s'agisse d'endurance, de force, de puissance ou de puissance et d'endurance. Seulement 11 études incluaient des sujets bien entraînés ou élites et 20 incluaient des athlètes au niveau de compétitions régionales ou des sportifs amateurs. De plus, 16 utilisaient de la compression dégressive et 19 précisaient la pression exercée qui allait de 8 à 40 mmHg alors que 12 ne fournissaient pas d'informations sur la pression apportée (85). Un récapitulatif des effets attribuables à la compression dans ces 31 études est détaillé dans l'annexe 2.

En 2014, Hill et al. ont mené une méta-analyse sur l'efficacité des vêtements de compression sur la récupération des dommages musculaires induits par l'exercice. Cette analyse est focalisée sur les études évaluant l'efficacité de la compression sur les douleurs musculaires d'apparition retardée (ou DOMS pour « delayed onset muscle soreness ») mesurées grâce à une échelle visuelle, sur la force musculaire (obtenue grâce aux mesures de contractions isométriques, isocinétiques ou isotoniques), sur la puissance musculaire (obtenue grâce à n'importe quelle activité qui mesure la force explosive du muscle) et sur la créatine kinase (CK) obtenue grâce à un prélèvement sanguin. Un total de 12 études ont été retenues, incluant des sportifs non entraînés jusqu'à un haut niveau, car les participants étaient repartis de manière aléatoire entre deux groupes : un utilisant la compression et l'autre témoin, car les différents paramètres étaient mesurés immédiatement après l'exercice puis 24 heures et/ou 48 heures et/ou 72 heures après et enfin car les vêtements de compression étaient portés après ou pendant et après l'exercice (86).

En 2014 L. Vargo et S. Sanderson ont mené une méta-analyse sur l'action de la compression sur l'endurance et les capacités aérobies en mesurant la $VO_2\text{max}$ et la fréquence cardiaque, la particularité de leur travail est qu'ils ont décidé d'analyser seulement les études portant sur la course à pied de longue distance là où d'autres analyses sélectionnaient des études avec différents types d'exercices. De la même façon lorsque d'autres analyses incluaient des études avec différents types de vêtements de compression, L. Vargo et S. Sanderson ont choisi de ne garder que les études qui utilisaient uniquement des bas de compression. Les études devaient contenir les mesures d'un ou des deux paramètres physiologiques ($VO_2\text{max}$ et fréquence cardiaque). Seulement 4 études remplissaient tous ces critères (87).

En 2015 Beliard et al. ont mené une méta-analyse concernant les effets des dispositifs de compression sur l'exercice. Vingt-quatre études ont été incluses dans l'analyse car elles étaient prospectives avec un protocole détaillé avec des athlètes de tout niveau. Ces derniers

avaient néanmoins une activité répétée et les vêtements de compression étaient appliqués sur les membres inférieurs. Les études devaient contenir les informations précises sur les modèles de vêtements de compression utilisés, afin que l'équipe d'analyse puissent les acheter pour mesurer exactement les pressions apportées. Leur analyse était alors portée soit sur les pressions indiquées dans l'étude soit sur les pressions mesurées en laboratoire. Les études étaient ensuite classées en fonction du moment de port (pendant l'exercice, pendant la récupération ou pendant l'exercice et la récupération) (59).

En 2018, Dupuy et al. ont mené une revue de littérature afin d'évaluer l'impact de différentes techniques de récupération sur les douleurs musculaires d'apparition retardée, sur la fatigue perçue, les dommages musculaires et les marqueurs de l'inflammation après un exercice physique. Les études utilisées ont été sélectionnées car elles comportaient un exercice suivi d'une action de récupération. Leur protocole était suffisamment détaillé, les modalités, la durée et l'intensité de l'exercice étaient précisés ainsi que les modalités et la durée de la récupération, cependant un seul type de récupération devait être pris en compte à la fois. Les résultats devaient contenir des tests valides pour mesurer les douleurs, les dommages musculaires et les marqueurs d'inflammation ; enfin les participants devaient être en bon état de santé et avoir entre 18 et 65 ans. Au total, 140 études ont été incluses dans l'analyse dont 80 portaient sur les douleurs musculaires d'apparition retardée, 17 sur la fatigue perçue et 43 sur les dommages musculaires et les marqueurs de l'inflammation. Cette analyse a étudié plusieurs types de récupération comme la récupération active, les étirements (« stretching »), le massage, l'immersion, l'électrostimulation, la cryothérapie mais également les vêtements de compression (88).

Dans ces études, on peut distinguer les effets de la compression sur les performances et sur la récupération mais aussi les effets lorsque celle-ci est portée pendant l'effort ou après l'effort ou les deux. L'ensemble des études utilisées et leurs principaux résultats sont disponibles dans l'annexe 3 (exceptée l'analyse de Dupuy et al. pour laquelle l'ensemble des études avec leurs résultats n'ont pas été publiés (88)).

3.5.3.1. Effets sur les performances

Born et al. ont trouvé de légers effets sur les performances. La durée maximale d'exercice jusqu'à épuisement, c'est-à-dire le temps de course maximal à $VO_2\text{max}$ indique une légère amélioration (158s contre 148s chez Goh et al. en 2011 (89) et 454,2s contre 435,5s à 90% de $VO_2\text{max}$ pour Dascombes et al. en 2011 (90)) ainsi qu'une amélioration des performances sur les contre-la-montre jusqu'à 60 minutes (44.7 min contre 45 min pour 10km dans l'étude de Ali et al. en 2006 (91)).

Vargo et al., eux n'avaient pas constaté d'effets sur les courses de longue distance (Creasy 2008, pas de différence significative sur 10km, 39:50min sans et 39:41 avec la compression la plus forte (93))

3.5.3.2. Effets sur les paramètres physiologiques

D'après Born et al. les dispositifs de compression n'ont montré que très peu d'effets sur les paramètres physiologiques. Les paramètres d'endurance comme la VO_2 , la concentration en lactate ou la fréquence cardiaque durant l'exercice (Ali et al. 2010 (94), $4.1\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ avec ou sans compression après 40 min d'exercice, $3.3\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ de lactate sans compression contre $3.6\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ avec une compression après 40min d'exercice et 168 battements par minute sans compression contre 170 battements par minute avec une compression après 40 min d'exercice), les gaz du sang comme la saturation en O_2 (Sperlich et al. 2010, entre 95.6% et 95.3% pour des pressions allant de 0 à 40mmHg (95)). Les paramètres cardiaques comme le VES (Sperlich et al. 2010, de 139mL à 133mL avec des compressions de 0 à 40 mmHg (95)) n'ont pas été significativement affectés. De plus, le port de compression n'avait pas d'effet sur la récupération du rythme cardiaque (fréquence de 183 battements par minute après l'exercice avec ou sans compression pour Duffield et al. en 2010 (96)).

Vargo et Sanderson arrivaient à une conclusion semblable et plus spécifique aux chaussettes de compression, qui lorsqu'elles étaient utilisées pendant des courses de longue distance ne semblaient pas affecter les paramètres physiologiques : aucune des études ne montraient d'effets sur la VO_2 (53.3 ± 5.8 contre $52.2 \pm 6.2\text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ pour Kemmler et al. en 2009 (92)) ou sur la fréquence cardiaque (173 ± 10 contre 175 ± 10 battements par min pour Creasy en 2008 (93)).

Dans l'analyse de S.Beliard et al. la compression des membres inférieurs était utilisée dans 20 situations pendant une activité d'endurance et dans 2 situations dans une activité de résistance. Dans toutes les situations étudiées, le port de compression pendant l'exercice n'avait pas d'effets significatifs sur la fréquence cardiaque (175.1 ± 1.3 contre 174 ± 3.5 battements par minute à 15 min de course pour Bringard et al en 2006 (97)) ou sur la consommation d'oxygène (55.2 ± 6.8 contre $53.5 \pm 6.5\text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ pour Scanlan et al. en 2008 (98))

3.5.3.2.1. Effet placebo

Vargo et Sanderson et Born et al. ont mis en avant la difficulté dans les études de procéder en double aveugle, même si une tentative avait été faite, il aurait été très simple pour les participants de comprendre s'ils portaient de la compression ou non car la sensation produite par les vêtements de compression est très caractéristique ; de même que la difficulté à enfiler ceux-ci par rapport à d'autres chaussettes. Il serait également difficile pour les chercheurs de ne pas savoir si les participants portaient de la compression puisqu'ils ont la charge de s'assurer que celle-ci soit adaptée aux participants et bien mise en place.

Born et al. ont donc déduit que l'amélioration du temps de course à épuisement pouvait être due à une amélioration des sensations et une attente de résultats de la part des participants.

De la même façon Vargo et Sanderson ont supposé qu'en suggérant aux participants qu'ils pourraient mieux performer avec un vêtement de compression, il est possible qu'ils « forcent » plus et améliorent effectivement leur performance. Bien qu'il soit difficilement mesurable on ne peut donc pas exclure l'importance de l'effet placebo dans l'amélioration des performances due au port de compression.

3.5.3.3. Effets sur la récupération

3.5.3.3.1. Produits métaboliques

Dans l'analyse de Born et Al. la compression avait de faibles effets positifs sur l'élimination des lactates (2.7 ± 0.8 contre 2.9 ± 0.8 mmol.L⁻¹ pour Duffield et al. en 2008 (96)) mais des effets plutôt négatifs ont été détectés sur la CK, marqueur de souffrance musculaire (1885.41 ± 28.4 U.L⁻¹ sans compression contre 1642.07 ± 19.6 U.L⁻¹ avec compression pour French et al. en 2008 (99)).

Pour Beliard et al. la compression était utilisée uniquement après l'effort dans 8 situations (5 d'endurances et 3 de résistances) et dans toutes ces dispositions la compression n'a pas montré d'effets significatifs sur le taux de CK (*effet du temps sur l'activité de la créatine kinase mais pas de la compression que ce soit 0, 24 ou 48h après l'exercice*, entre 250 et 300 U.L⁻¹ pour Ali et al. en 2010 (94)). En revanche la lactatémie avait diminué dans 3 études (11.2 ± 2.1 contre 11.8 ± 2.1 mmol.L⁻¹ pour Chatard et al. en 2004 (100)). Lorsque la compression était utilisée uniquement pendant l'effort, la lactatémie ou la concentration de CK n'avaient pas été modifiées. Pourtant dans une étude le taux d'oxygénation tissulaire avait augmenté ($+6.4 \pm 1.9\%$ par rapport à la situation sans compression dans l'étude de Menetrier et al. en 2011 (101)).

Pour Hill et al. les concentrations en CK dans le sérum étaient également diminuées dans 66% des cas, ils attribuaient cette diminution au ralentissement du relargage de CK dans le sang ou à l'élimination plus rapide des métabolites ou enfin à une amélioration de la réparation tissulaire grâce au port de compression. Ils comprenaient cependant le risque modéré d'hétérogénéité des résultats de la concentration en CK impliqué par les différences d'entraînements entre les participants et les expérimentations très différentes selon les études (245 ± 100.9 contre 304.1 ± 118.7 U.L⁻¹ 24h après l'exercice et 227.2 ± 255.2 U.L⁻¹ 96h après l'exercice pour Jakeman et al. en 2010 (102)).

Enfin Dupuy et al. ont suggéré que les vêtements de compression réduisaient les lésions musculaires et inflammatoires liées à l'exercice. Pourtant, ils n'ont pas observé de changements significatifs dans les concentrations de CK et d'IL-6 (91 ± 42 contre 81 ± 29 U.L⁻¹ après une heure et 94 ± 62 contre 79 ± 45 U.L⁻¹ après 48h pour la CK et 5.76 ± 1.85 contre 5.56 ± 2.54 µg.L⁻¹ d'IL-6 après une heure et -0.04 ± 0.18 contre -0.03 ± 0.38 µg.L⁻¹ après 48h pour Bieuzen et al. en 2014 (84)) ou de CRP (2.4 ± 1.2 contre 2.2 ± 1.7 mg.L⁻¹ avec ou sans compression 24h après l'exercice pour Duffield et al. en 2010 (96)), qui sont les marqueurs de la souffrance musculaire et de l'inflammation, après l'exercice. Selon eux l'intensité des exercices proposés dans les études n'était pas suffisante pour créer des lésions musculaires significatives. Ils soulignaient cependant que de nombreuses études annonçaient des résultats différents, et attribuaient ces variations à l'hétérogénéité même des protocoles d'études.

3.5.3.3.2. Douleurs musculaires (DOMS), œdème et inflammation

Dans l'analyse de Beliard et al. l'effet des vêtements de compression sur les douleurs musculaires d'apparition retardée dépendait du moment pendant lequel ils étaient portés. En effet, dans deux expérimentations la compression n'avait aucun effet, pourtant lorsqu'ils étaient portés pendant l'effort les douleurs étaient diminuées dans une autre expérimentation (3 ± 0.6 sur une échelle de douleur perçue avec des vêtements de compression contre 5 ± 0.4 pour le groupe contrôle 24 heures après une course de 10km pour Ali et al. en 2007 (91)) et elles étaient diminuées dans 4 autres expérimentations lorsque la compression était portée pendant la phase de récupération (pour Jakeman et al. en 2010 la compression avait des effets significativement positifs sur les douleurs musculaires par rapport à la récupération passive à 24, 48 et 72h (102)).

Pour Born et al. les effets de la compression étaient positifs mais modérés sur le gonflement et les douleurs lorsque la compression était portée après l'exercice pendant 12 à 24 heures (sur une échelle visuelle allant de 1 à 10 la douleur musculaire passait de 2.9 ± 1.4 sans compression à 1.9 ± 0.8 avec de la compression pour Montgomery et al. en 2008 (103)). La plupart des études analysées appliquaient la compression pendant et/ou après l'exercice, cependant lorsque la compression était appliquée uniquement lors de l'exercice, elle n'avait montré aucun bénéfice sur la récupération après 24 heures. C'est pourquoi il semblait essentiel que la compression soit portée au moins 12 à 24 heures après l'exercice. Cette amélioration serait liée à l'amélioration du flux lymphatique, mais l'amélioration du flux artériel et veineux serait également associée à une amélioration de l'élimination des déchets métaboliques qui permettrait une réparation cellulaire plus rapide.

Les résultats de l'analyse de Hill et al. suggéraient une amélioration de la perception des douleurs musculaires d'apparition retardée lorsque la compression était appliquée après ou pendant et après un exercice intense dans 66% des cas (sur une échelle visuelle de 0 à 100 sur les douleurs ressenties, French et al. ont en 2008 une réponse moyenne à 48h de 60 avec la compression contre au moins 70 pour le groupe contrôle (99)).

Ils soulignent cependant que les mécanismes impliquant la diminution des douleurs sont encore inconnus et citent les hypothèses suivantes : le maintien procuré par les vêtements de compression pourrait diminuer les altérations des fibres musculaires et des tissus conjonctifs environnant ou la diminution des douleurs serait due à la diminution de l'inflammation causée par l'effort ou encore la diminution des douleurs proviendrait d'une combinaison des deux phénomènes précédents. La compression pourrait limiter les variations de pressions osmotiques dues à l'inflammation et donc diminuer les œdèmes, hématomes et douleurs qui en découlent. Bien que ces hypothèses soient empiriques, une diminution des douleurs et du gonflement des jambes est bénéfique au patient puisqu'elle permet d'être plus rapidement disposé à produire un nouvel effort.

Pour Dupuy et al. qui analysaient différentes méthodes de récupération, les vêtements de compression avaient un effet positif significatif sur les douleurs musculaires d'apparition retardée et dans une moindre mesure sur la fatigue perçue. En plus des effets suggérés par

d'autres analyses, comme Hill et al., ils ont constaté que les effets étaient toujours positifs 96h après l'exercice. Eux aussi attribuaient la diminution des douleurs à la diminution de la pression osmotique qui permettrait de limiter le gonflement et l'œdème et améliorerait le retour veineux.

3.5.3.3.3. *Récupération musculaire et capacité à réaliser une nouvelle performance*

Dans l'analyse de Beliard et al. l'amélioration de la seconde performance était corrélée au port de vêtements de compression ; lorsque la compression était portée uniquement après l'effort, la seconde performance était améliorée par rapport à un groupe témoin dans 6 situations étudiées (*la diminution de la deuxième performance avait été réduite de 2.1% dans l'étude de Chatard et al. en 2004 lorsque la compression était portée pendant 80 min après l'exercice* (100)) alors que lorsqu'elle était portée uniquement pendant l'effort, la compression permettait de réaliser une meilleure performance ultérieure dans 2 situations d'une seule étude. En revanche le port de vêtements de compression n'avait aucun effet dans 3 autres études.

Selon Hill et al. les vêtements de compression sont principalement utilisés pendant la phase de récupération dans le but d'améliorer la performance suivante. Dans leur analyse ils montraient d'ailleurs que la force et la puissance musculaire étaient récupérées plus rapidement grâce au port de compression après l'effort. 69% de la population étudiée récupéraient leur force musculaire plus rapidement et 66% de cette population récupéraient leur puissance musculaire également plus rapidement. Selon eux, la diminution des fonctions musculaires serait due aux douleurs, aux dommages structurels et à la diminution de l'activation volontaire des muscles. De fait, l'utilisation de vêtements de compression diminuant l'inflammation, réduirait les lésions musculaires et accélérerait la restauration des facteurs centraux impliqués dans la diminution de l'activation musculaire volontaire.

3.5.3.3.4. *Impact des pressions appliquées*

Le principal mécanisme qui pourrait expliquer que la compression augmenterait le flux sanguin et réduirait l'accumulation de sang veineux dans le membre inférieur est la diminution du calibre des veines par l'application d'une pression suffisante. Cependant d'après Vargo et Sanderson aucune étude n'a montré que le port de compression améliorerait le flux sanguin que ce soit local ou systémique pendant un exercice d'une intensité que l'on pourrait retrouver à l'entraînement ou en compétition. De plus, chez les sportifs sans maladie veineuse des pressions allant jusqu'à 50 mmHg (plus élevées que la plupart des vêtements de compression) n'avaient pas montré d'effets sur le diamètre des veines poplités, saphènes et fémorales (*diamètre de la veine poplitée : 8.3 ± 0.4 contre 8.9 ± 0.3 mm et de la veine fémorale commune : de 16.2 ± 1.1 à 17.0 ± 0.9 mm avec une compression allant de 0 à 50 mmHg pour Mayberry et al. en 1991* (104)).

Cependant, en 2015 dans leur étude intitulée « la relation entre la compression médicale et la pression intramusculaire comme explication au paradoxe de la compression », Uhl et al. ont montré qu'en position allongée, une pression de 20mmHg n'était pas suffisante pour modifier la pression intramusculaire (qui est déjà au repos de $34 \pm 4.6\text{mmHg}$), mais une corrélation existait entre la pression appliquée et la pression intramusculaire de 20mmHg à 50mmHg que ce soit en position couchée ou debout. Une pression de 22mmHg semblait suffisante pour réduire le calibre des veines profondes (car les pressions s'additionnent, $22 + 34 = 56\text{mmHg}$ dans le compartiment intramusculaire) pourtant elle n'avait pas d'effets sur les veines superficielles (car la pression normale dans le compartiment sous-cutané est très basse, proche de 0mmHg).

Pourtant selon la méta-analyse de Beliard et al. de 2015 (105), les effets de la compression sur la diminution des douleurs retardées et sur une amélioration d'une performance ultérieure ne semblaient pas proportionnels à la pression appliquée que ce soit uniquement pendant l'effort ou pendant la récupération ou du type de compression dégressive ou progressive. En revanche l'augmentation de la pression semblait diminuer les vibrations des muscles du mollet notamment sur l'axe vertical (*vibrations diminuées de façon plus importante -19.9% avec une pression de 33mmHg par rapport à -16.5% avec une pression de 18mmHg dans l'étude de Lussiana et al. en 2015* (106)).

3.5.4. Conclusion

La compression semble avoir des effets positifs sur de nombreux paramètres physiologiques qui pourraient améliorer les performances et améliorer la récupération. Cependant tous les auteurs s'accordent sur le fait que les preuves restent faibles et l'hétérogénéité des protocoles expérimentaux rend les résultats discordants et les interprétations limitées.

Les données sur l'amélioration du retour veineux, du VES et du débit cardiaque semblaient être éparpillées et systématiquement réalisées sur des sujets immobiles debout ou couchés. Une seule étude menée par Castilho Jr et al. en 2017 (107) sur dix coureurs amateurs après une course de 10km avec ou sans compression montrait que la fraction de volume résiduel était diminuée par la compression ce qui indiquerait un meilleur retour veineux (*19.4% de volume résiduel sans compression contre 10.5% avec de la compression* (107)). Ces études sont donc très prometteuses mais ne suffisent pas pour extrapoler ces effets aux conditions hémodynamiques d'un exercice intense et/ou prolongé.

Bien que l'amélioration du retour veineux par le port de compression n'ait pas été clairement démontrée dans l'exercice physique, cette hypothèse est séduisante puisque l'amélioration du flux sanguin et notamment du retour veineux pourrait expliquer la plupart des effets attribués à la compression. En effet l'application d'une pression suffisante augmenterait le flux sanguin qui permettrait pendant l'effort d'augmenter les apports gazeux vers les muscles. Après l'effort l'amélioration du retour veineux faciliterait l'élimination des déchets métaboliques et améliorerait la réparation cellulaire.

Il est intéressant de noter que les résultats précédents s'appliquent pour les sportifs sains, or la compression est aussi utilisée par les sportifs souffrant de périostite par exemple (une blessure courante en course à pied) ou d'insuffisance veineuse. Les résultats peuvent être différents chez ce type d'individus et de la même façon que les BMC, leur efficacité est dépendante de l'adaptation au sujet. Les tailles de ces bas sont plutôt standardisées et les pressions déclarées par le fabricant n'ont de valeurs que pour la morphologie pour laquelle le bas a été fabriqué ; chaque personne a une morphologie différente et donc les pressions ne sont pas réparties de la même façon en fonction de l'individu qui le porte, les effets peuvent donc être différents d'une personne à l'autre. Pourtant, les vêtements de compression sont très populaires, ils se retrouvent sous toutes les formes et pour chaque partie du corps. Et même s'ils n'ont pas suffisamment montré leur efficacité sur les paramètres physiologiques, ils n'ont pas montré d'effets négatifs. Les effets sur la récupération et les douleurs et les effets psychologiques en revanche sont clairs et ne peuvent être négligés, surtout lorsqu'on considère l'importance de l'entraînement et du « mental » dans les réalisations sportives. Les vêtements de compression sont simples à utiliser, accessibles, confortables et non iatrogènes, s'ils permettent d'aider le sportif à améliorer son « courage » alors ils prennent un intérêt non négligeable.

4. QUESTIONNAIRE COMPRESSION ET COURSE A PIED

Les effets bénéfiques de la course à pied sur la santé sont admis, elle améliore l'état de santé physique, diminue les risques de maladies cardiovasculaires et métaboliques ; elle améliore aussi la santé mentale en diminuant le stress, l'anxiété et en optimisant l'estime de soi. C'est l'activité sportive dominante en France, 11% des Français courent tous les jours, que ce soit pour se maintenir en forme, perdre du poids ou se dépasser. La course à pied attire les sportifs très friands d'un équipement perfectionné conçu pour améliorer leurs pratiques et leurs performances. De nombreux sportifs sont équipés de bas de compression de toutes formes (chaussettes, manchons, collants etc.) pour améliorer leurs pratiques et leur récupération après l'effort quel que soit leur niveau, leur âge ou la topographie de la course. Bien que l'efficacité de la compression soit bien démontrée chez le patient souffrant d'affection veineuse, aucun référentiel technique ni aucune norme n'encadre la production de bas de compression dédiés aux sportifs. C'est pourquoi de nombreuses marques proposent des produits de compression développés pour les sportifs que ce soient des fabricants historiques de compression comme « Sigvaris® » ou « Cizeta® » ou des marques d'équipement de sports comme « Nike® » ou « Adidas® ». Les dispositifs de compression se démocratisent auprès de tous les sportifs alors que les études concernant ce type de produits démontrent des effets mitigés, jamais négatifs mais pas franchement positifs sur les paramètres physiologiques étudiés. Ce questionnaire a donc été réalisé pour comprendre l'utilisation de la compression chez les coureurs et quels effets recherchent-ils en l'utilisant. Afin d'interpréter cet engouement nous tâcherons à travers ce questionnaire de savoir qui sont les sportifs qui utilisent la compression régulièrement, quelles sont leurs habitudes de course, quels effets recherchent et ressentent-ils et enfin où se procurent-ils leurs dispositifs de compression.

4.1. Matériels et méthodes

4.1.1. Matériels

L'enquête a été réalisée en format numérique et diffusée sur internet à travers les réseaux sociaux en particulier Facebook, afin de simplifier la distribution et les réponses par les coureurs. Le choix du formulaire en ligne s'est porté sur le site « Google Form® » pour plusieurs raisons, il est gratuit, facile et rapide à utiliser et sa notoriété en fait un acteur de premier choix. Il permet également de synthétiser les premiers résultats directement depuis la plateforme sous forme de diagrammes et les résultats complets peuvent être téléchargés facilement sous format Excel. Pour approfondir la visualisation des données, un choix personnel m'a orienté vers les logiciels « Tableau 2019® » et « Tableau Prep Builder® ». Le premier pour les possibilités qu'il offre en matière de croisement de données et de visualisation des résultats et le second pour organiser mes résultats Excel afin qu'ils soient analysés par le premier.

4.1.2. Méthodes

Quatre-cent-quatre-vingts-unes personnes ont répondu à ce questionnaire car elles pratiquaient la course à pied de façon régulière ou non et la quasi-totalité étaient membres de groupes communautaires spécialisés dans le « running », le marathon ou le trail.

Pour visualiser la démographie de l'échantillon une première partie intitulée « à propos de vous » contenait une question sur le sexe des participants et une autre sur leur âge. La deuxième partie « la course à pied et vous » a été construite avec des questions fermées, ouvertes et à choix multiples pour avoir un portrait le plus précis possible des habitudes de courses des participants. Les thèmes abordés dans cette sous-partie sont : l'ancienneté de la pratique de la course à pied, la durée, la distance et la fréquence des sorties, le type de chaussure utilisé ou encore le type de terrain pratiqué. Tous ces résultats ont été croisés avec les réponses de la question 9 « utilisez-vous un moyen de compression » pour permettre les comparaisons entre les sportifs qui utilisaient ou n'utilisaient pas de compression.

La dernière partie « la compression sportive » permet d'évaluer à la fois leurs connaissances sur leurs outils de compression mais également l'utilisation de ceux-ci. Les thèmes abordés sont le type de compression et les pressions apportées pour mettre en évidence les incertitudes quant aux caractéristiques techniques des outils utilisés. L'origine d'achat de la compression qui permet de comprendre si une provenance est privilégiée. Les moments d'utilisation, les effets recherchés et les effets ressentis de la compression permettaient de savoir si les coureurs sont sensibles aux études déjà réalisées sur le sujet et si les effets recherchés et ressentis concordaient avec les effets démontrés dans les études vues précédemment.

L'enquête comporte 21 questions et est disponible dans sa totalité en annexe 4.

4.2. Résultats

4.2.1. Démographie

Sur les 481 personnes ayant participé à notre questionnaire, 269 (55,9%) étaient des femmes et 212 (44,1%) étaient des hommes. Les juniors (18-19 ans) représentaient 1,2% de l'échantillon, les espoirs (20-22ans) 8,3%, les seniors entre 23 et 30 ans représentaient 37,6% des participants, les seniors entre 31 et 39 ans 21,6% et enfin les masters (plus de 40 ans) représentaient 31,2% des participants (Figure 32).

41,1% de notre échantillon, soit 198 coureurs utilisaient de la compression dont 22% (106 coureurs) en utilisaient que parfois, donc 57,6% de notre échantillon (277 coureurs) n'en utilisaient pas et 1,2% ne savaient pas (ils ne seront pas pris en compte pour le reste de ce questionnaire).

92 femmes (34,6%) utilisaient de la compression contre 106 hommes (50,7%). 125 qui avaient entre 23 et 30 ans n'utilisaient pas de compression, de même que 58 coureurs entre 31 et 39 ans, en revanche chez les plus de 40 ans, 89 coureurs (59,7%) utilisaient la compression (Figure 33).

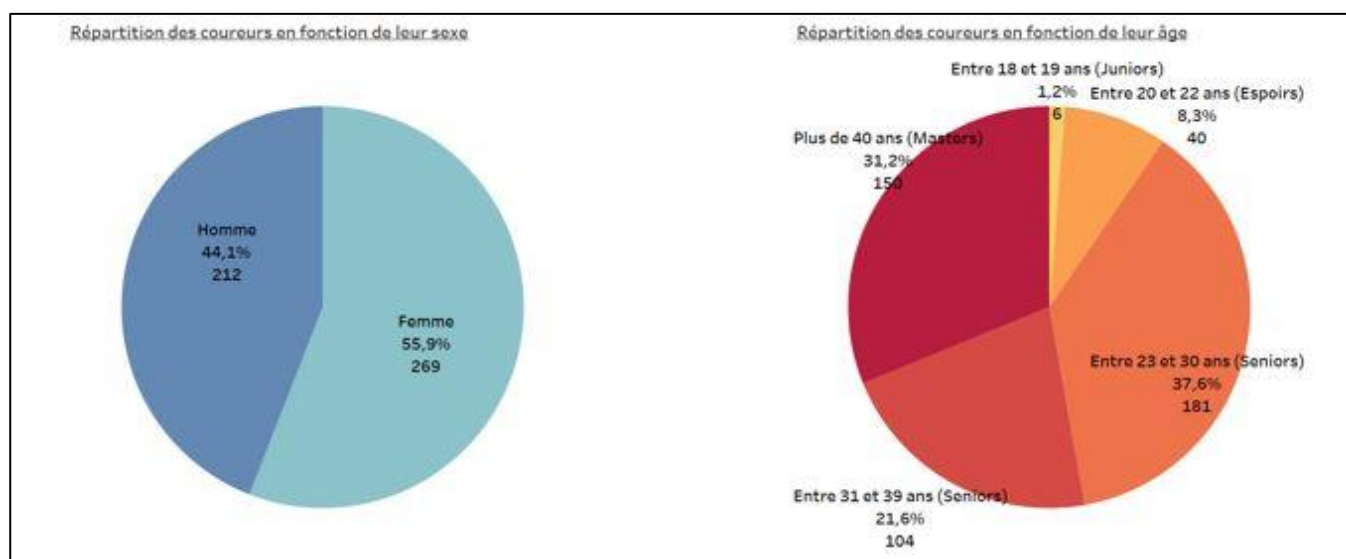


Figure 31: Démographie de l'échantillon en fonction du sexe et de l'âge des coureurs

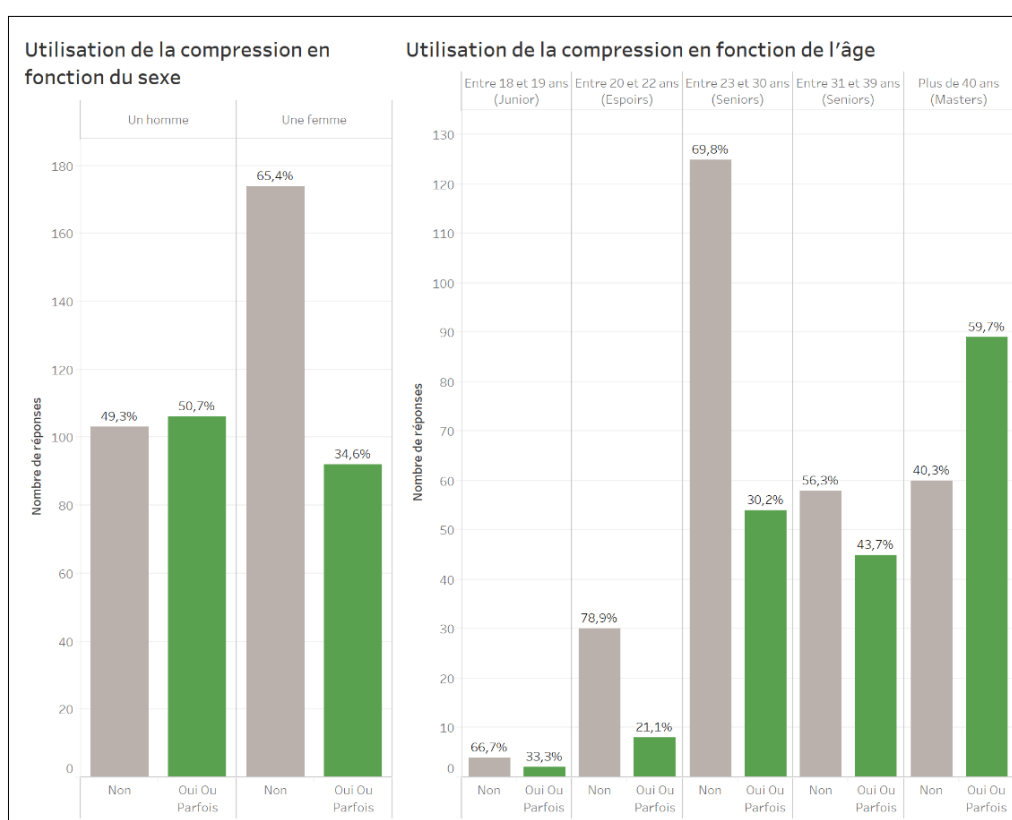


Figure 32 : Utilisation de vêtements de compression sportifs en fonction du sexe (à gauche) et de l'âge (à droite) des coureurs interrogés

Les tranches d'âge utilisées sont celles de la FFA pour la saison 2019 (à partir du premier novembre 2019 cette classification change et la catégorie master débute à 43ans).

4.2.2. Habitudes de courses

4.2.2.1. Ancienneté de la pratique

Dans notre échantillon 39 coureurs (8,1%) pratiquaient la course à pied depuis moins de 6 mois, 29 (6%) la pratiquaient depuis 6 mois à 1 an. 230 coureurs (47,8%) couraient depuis plus d'un an mais moins de 5 ans, 83 (17,3%) couraient depuis 5 à 10 ans et 98 (20,4%) couraient depuis plus de 10 ans enfin, 2 coureurs ont répondu ne pas courir régulièrement. 85,5% de notre échantillon pratiquaient la course à pied depuis au moins un an et 20,4% la pratiquaient depuis plus de 10 ans.

En revanche, chez les sportifs utilisant la compression 95,5% pratiquaient la course à pied depuis au moins un an et 26,8% depuis plus de 10 ans. 130 participants qui couraient depuis 1 à 5 ans (57,3%) n'utilisaient pas la compression, ils étaient 43 chez les participants qui couraient depuis 5 à 10 ans (52,4%). Ils étaient 53 à en porter chez les sportifs qui couraient depuis plus de 10 ans (54,1%) (figure 34).

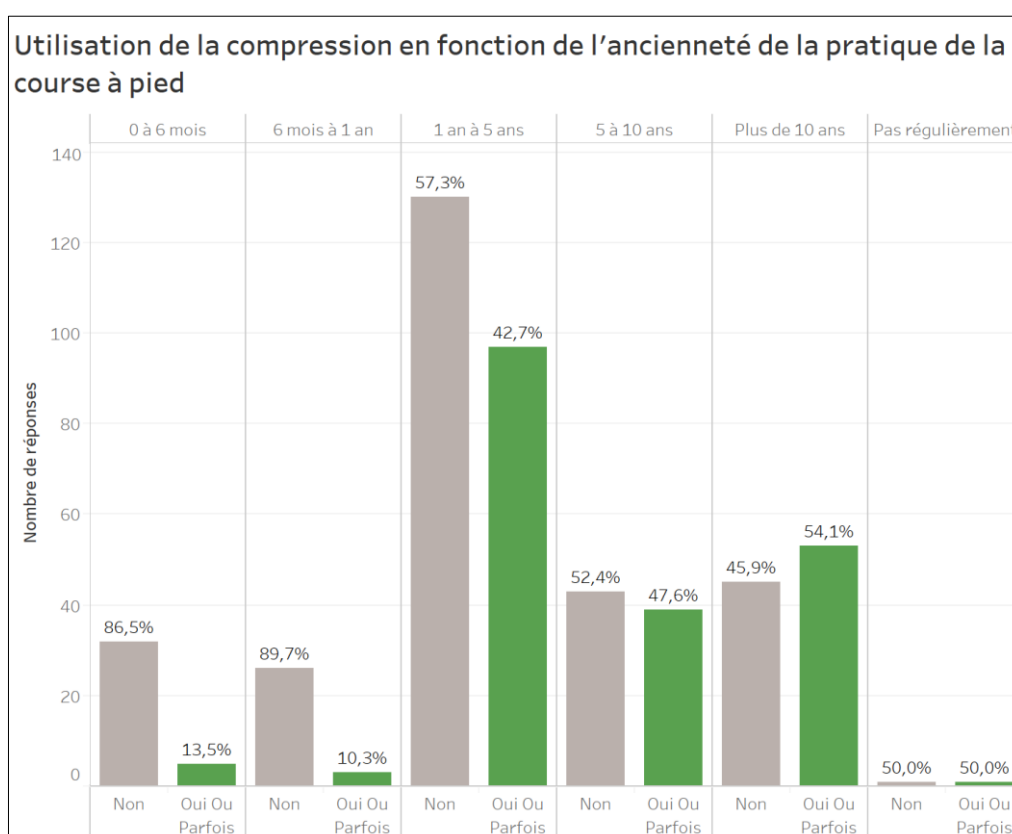


Figure 33 : Utilisation des vêtements de compression en fonction de l'ancienneté de la pratique de la course à pied des coureurs interrogés

4.2.2.2. Volume de course

Dans notre groupe de sportif, un seul (0,2%) courait plus de 30 km, ils étaient 3 (0,6%) à courir entre 20 et 30 km, 10 (2,1%) à courir entre 10 et 30 km et 36 (7,5%) à courir entre 15 et 20 km. 40 (8,3%) coureurs parcouraient moins de 5 km, 209 (43,5%) de 5 à 10 km et 177 (36,8%) à parcourir de 10 à 15 km, 5 coureurs (1%) parcouraient une distance non définie.

Grâce à la figure 35, on constate que sous les 5 km, 31 coureurs n'utilisaient pas la compression alors que 7 en utilisaient et de 5 à 10km 147 coureurs (71.4%) n'en utilisaient pas alors que 59 coureurs (28.6%) en utilisaient. A partir de 10 km, la compression est utilisée par plus de sportifs : 94 (53.4%) contre 82 (46.6%) de 10 à 15km, 22 (61.1%) contre 14 (38.9%) de 15 à 20km. La seule personne qui courait plus de 30 km utilisait de la compression. On constate également que plus la distance parcourue augmentait, plus la proportion de coureurs qui utilisaient la compression augmentait (Figure 36).

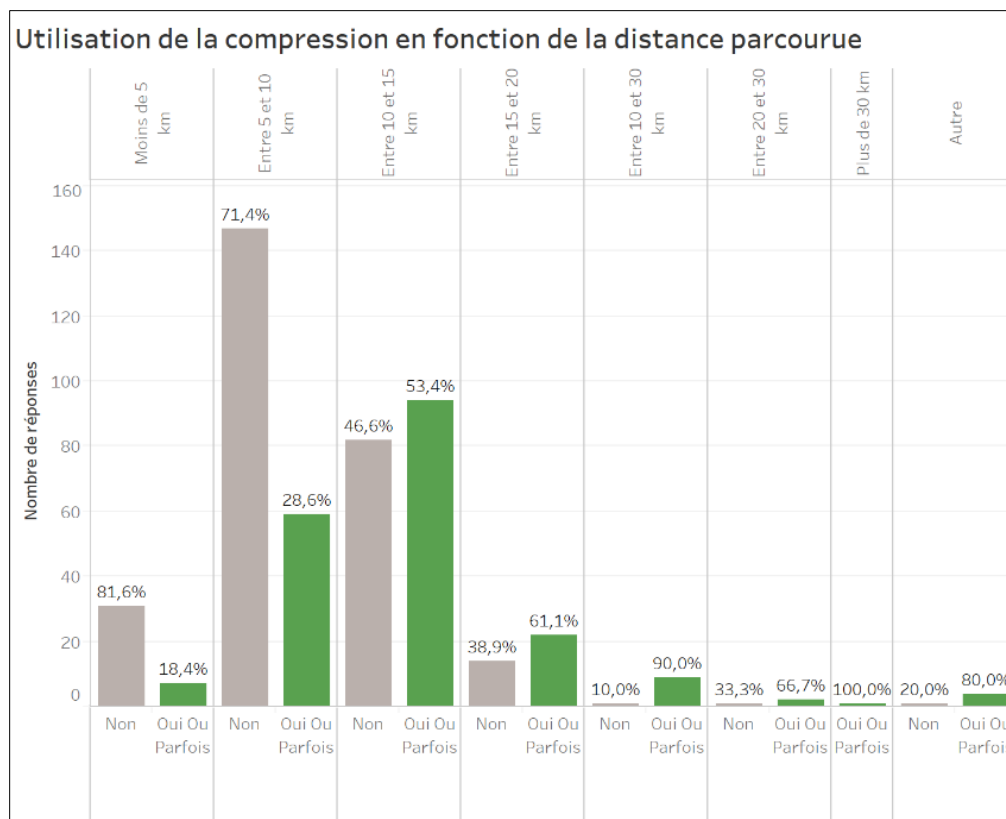


Figure 34 : Utilisation des vêtements de compression en fonction de la distance parcourue lors des sorties course à pied des coureurs interrogés

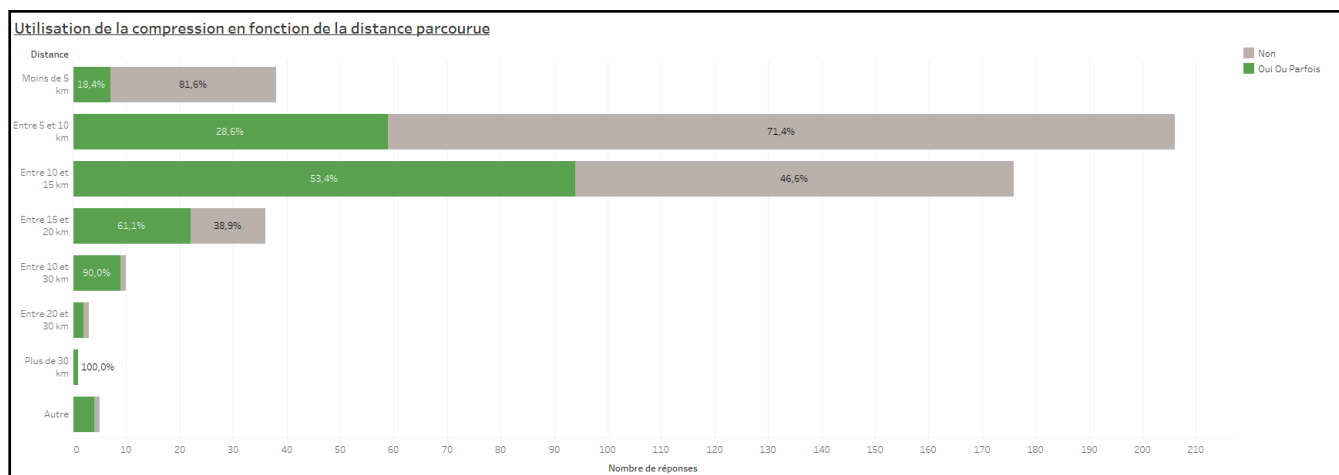


Figure 35 : Répartition de l'utilisation des vêtements de compression en fonction de la distance parcourue.

En ce qui concerne la fréquence, 75 (15,6%) personnes couraient moins d'une fois par semaine, 68 (14,1%) couraient une fois par semaine, 7 (1,5%) couraient plus d'une fois par semaine, 105 couraient deux fois par semaine, 151 (31,4%) couraient trois fois par semaine et 65 (13,5%) couraient quatre fois par semaine ou plus, 3 (0,6%) personnes couraient tous les jours et 7 (1,5%) couraient à une fréquence non déterminée.

La compression était plus utilisée chez les sportifs courant à partir de trois fois par semaine avec 81 (54,4%) sportifs utilisant la compression contre 68 (45,6%) ne l'utilisant pas, chez les sportifs courant quatre fois par semaine ou plus 46 (70,8%) portaient de la compression contre 19 (29,2%) qui n'en portaient pas. En revanche chez les sportifs qui couraient moins d'une fois par semaine on trouvait 10 coureurs qui utilisaient de la compression pour 63 qui n'en utilisaient pas. Chez les sportifs qui couraient une fois par semaine seulement, 16 (23,9%) utilisaient de la compression. Ils étaient 37 (35,6%) à en utiliser chez les sportifs courant deux fois par semaine (figure 37). De la même façon que dans le cas de la distance, plus la fréquence de course augmente et plus la proportion de coureurs utilisant la compression sportive augmente (Figure 38).

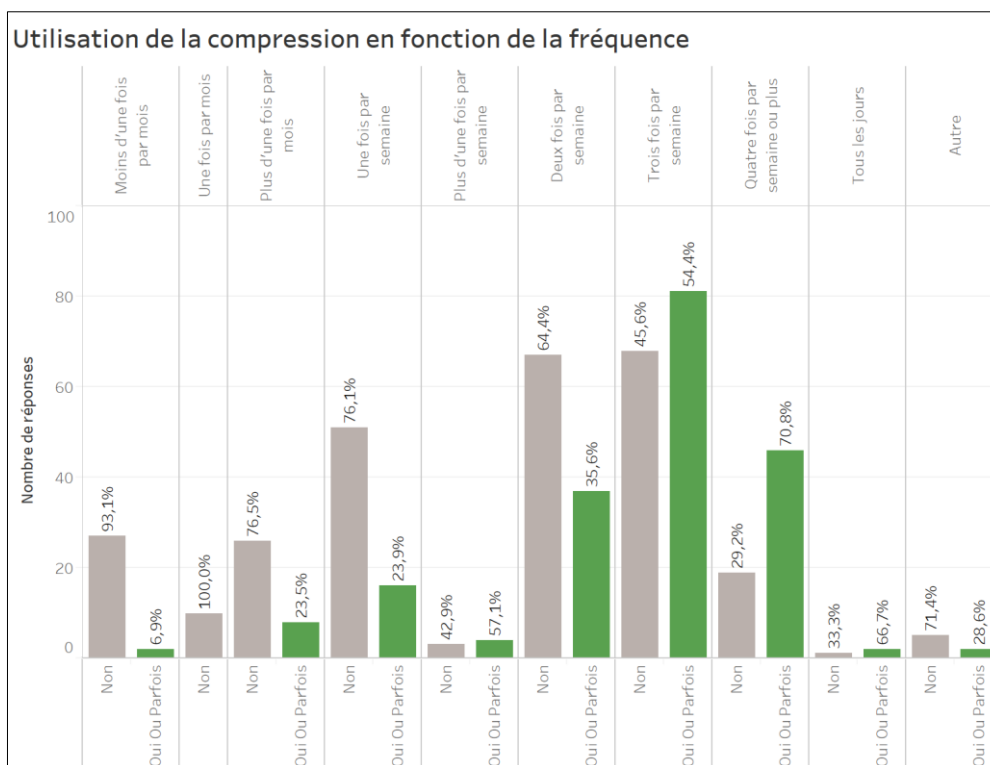


Figure 36 : Utilisation de vêtements de compression en fonction de la fréquence des sorties course à pied des coureurs interrogés

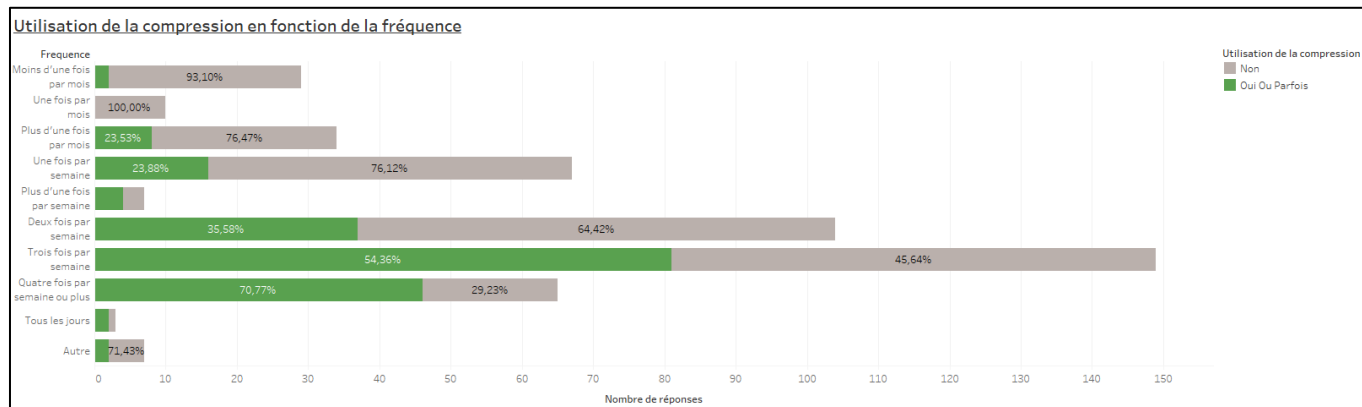


Figure 37: Répartition de l'utilisation des vêtements de compression en fonction de la fréquence de course.

Le volume de course est représenté par la distance parcourue multipliée par la fréquence des sorties (figure39). Ainsi nous avons une idée de l'intensité de la pratique de la course à pied de notre échantillon. Dans la population qui utilisait la compression 25,3% des participants couraient entre 30 et 45km par semaine, volume de course qui ne concernait que 12,3% des coureurs qui n'utilisaient pas de compression. De la même façon, 13,4% des coureurs qui n'utilisaient pas de compression couraient entre 5 et 10km par semaine, volume qui ne concerne que 4,5% des coureurs qui utilisaient la compression.

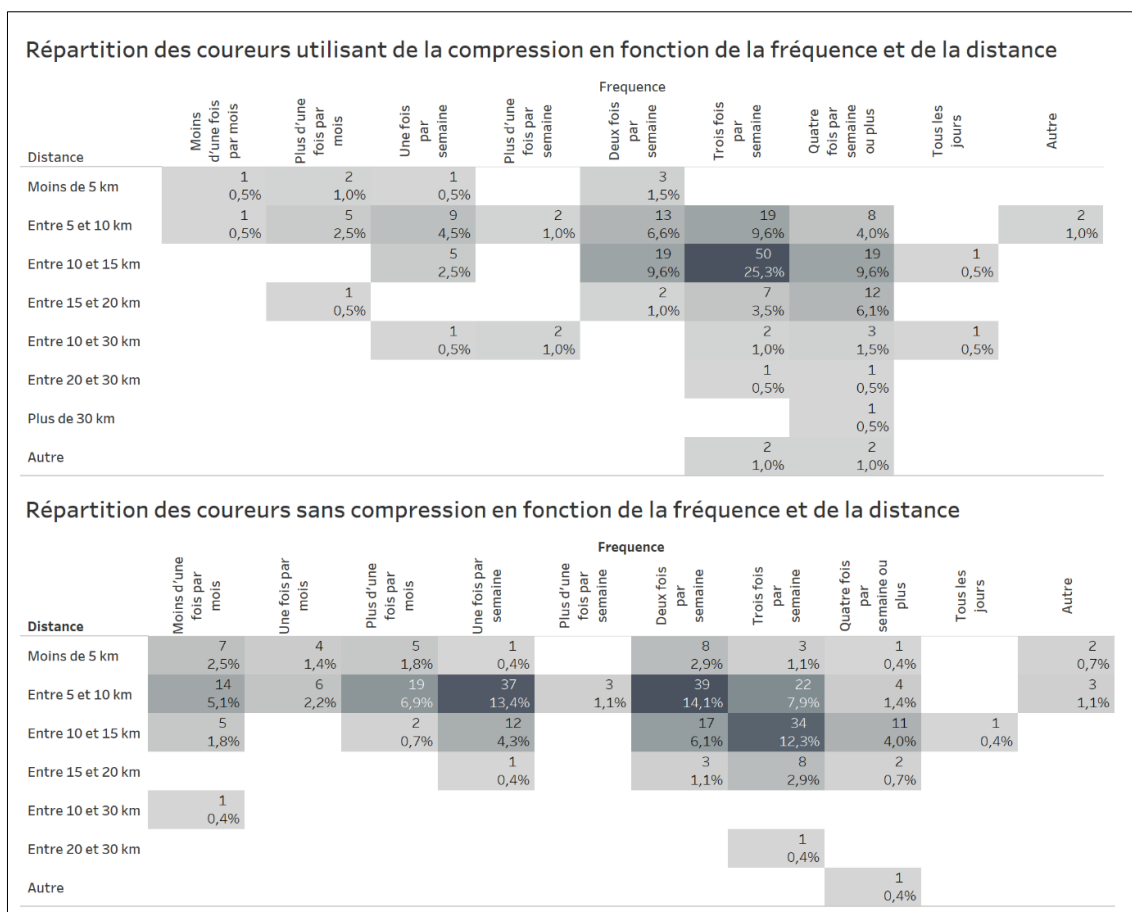


Figure 38 : Représentation du volume de course par la répartition des coureurs en fonction de la fréquence de leurs sorties et de la distance parcourue lors des sorties
en haut : les sportifs qui utilisaient des vêtements de compression
en bas : les sportifs qui n'utilisaient pas de vêtements de compression.

4.2.2.3. Chaussures utilisées et terrains pratiqués

Les questions des chaussures utilisées et des terrains pratiqués étaient à choix multiple pour permettre aux sportifs d'exprimer plusieurs types de pratiques. Ce qui explique une somme de résultats supérieure au nombre de participants au questionnaire.

Les chaussures de running route représentaient 309 réponses (49,3%) ensuite venaient les chaussures de trail, 140 réponses (22,3%), puis les chaussures de running sentier avec 106 réponses (16,9%). 43 réponses (6,9%) recueillaient correspondaient à la proposition « je ne sais pas », 18 réponses (2,9%) pour les chaussures minimalistes, 5 (0,8%) pour d'autres chaussures, 3 (0,5%) pour des chaussures de course d'orientation et 3 (0,5%) pour la réponse « baskets ».

Lorsque l'on détaille l'utilisation de la compression pour les différents types de chaussure proposés (figure 40), on constate que 90 personnes (64,3%) qui utilisaient des chaussures de trails utilisaient de la compression contre 50 personnes (35,7%) qui n'en utilisaient pas ; en revanche, pour les chaussures de route, 167 (54,8%) personnes qui en utilisaient ne portaient pas de compression et 138 (45,2%) en portaient.

En ce qui concerne les terrains pratiqués, ils étaient 306 (37,2%) à courir sur des chemins de campagnes, 301 (36,6%) couraient sur la route et 130 (15,8%) pratiquaient sur terrains accidentés ou difficiles comme la neige, la montagne ou la forêt. 10 personnes (1,2%) couraient en intérieur (4 en salle et 6 sur tapis), 8 (1%) couraient dans des parcs, 65 (7,9%) sur stade et enfin 3 coureurs (0,4%) pratiquaient sur un autre terrain.

L'utilisation de la compression était prédominante en terrains difficiles avec 69 (53,1%) coureurs avec compression contre 61 (46,9%) sans compression et sur stade avec 34 (53,1%) coureurs avec compression contre 30 (46,9%) sans compression. Sur chemin ou sur route, les sportifs étaient plus nombreux sans compression qu'avec, 167 (55,1%) sans contre 136 (44,9%) avec compression sur chemin et 165 (55,4%) sans contre 133 (44,6%) avec compression sur la route (figure 40).

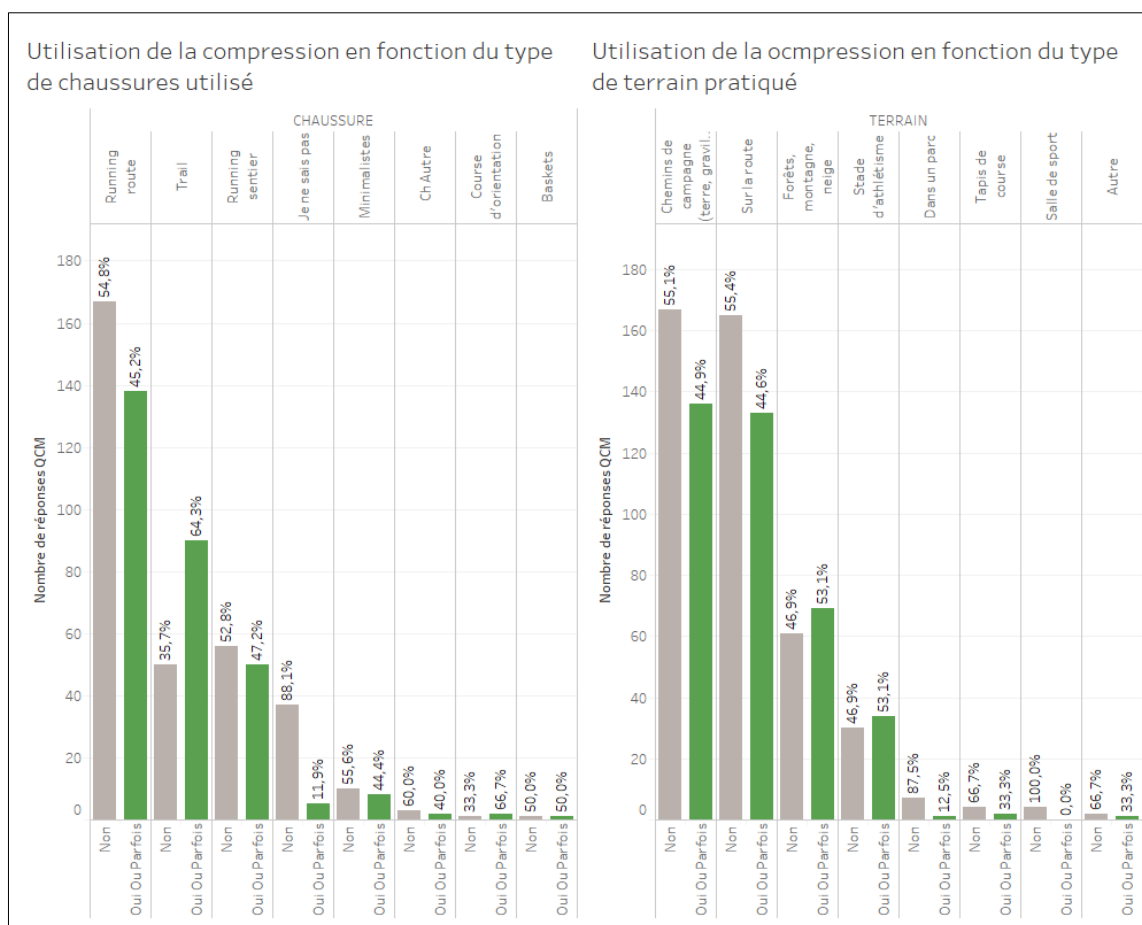


Figure 39 : Représentation de l'utilisation de vêtements de compression en fonction des chaussures utilisées (à gauche) et des terrains pratiqués (à droite) par les coureurs interrogés.

4.2.3. Effets de la compression

4.2.3.1. Caractéristiques de la compression

Avant de s'intéresser aux effets de la compression recherchés et ressentis par les sportifs nous avons cherché à comprendre quel type de compression ils portaient et s'ils connaissaient les caractéristiques de leurs vêtements de compression.

Nous avons d'abord demandé aux coureurs qui portaient un vêtement de compression s'il s'agissait de compression ou de contention. 143 participants (72,2%) ont déclaré qu'il s'agissait de compression, 26 (13,1%) de contention, 25 (12,6%) ont déclaré ne pas savoir et enfin 2,0% soit 4 personnes ont déclaré « les deux » (Figure 41).

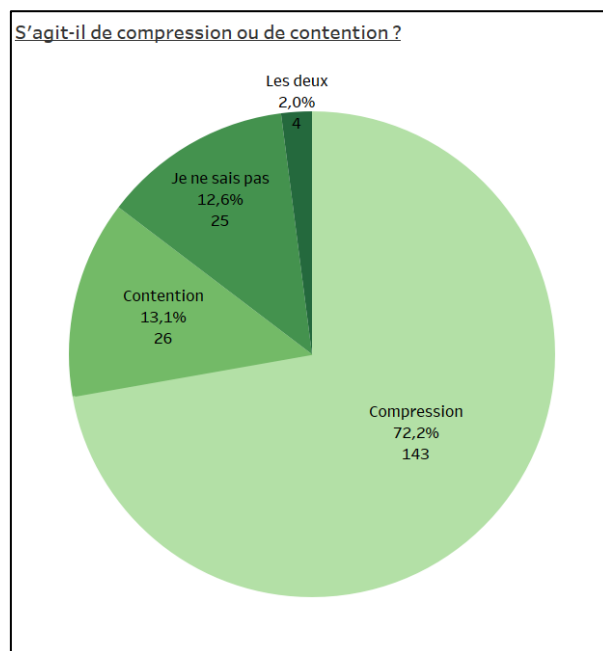


Figure 40: Répartition des coureurs utilisant la compression sportive en fonction du type de vêtements utilisé.

Il était ensuite demandé si la compression appliquée par leur vêtement était une compression progressive ou dégressive. 141 répondants (75,4%) ont déclaré ne pas savoir, 31 (16,6%) qu'il s'agissait d'une compression progressive, 7,5% d'une compression dégressive soit 14 personnes et 1 personne (0,5%) a déclaré qu'il s'agissait de contention (Figure 42).

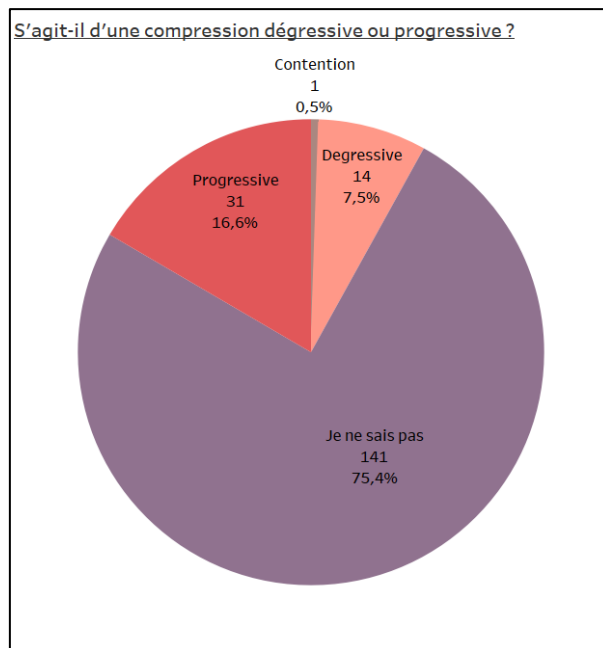


Figure 41 : Type de compression utilisée par les sportifs utilisant des vêtements de compression.

Enfin, il a été demandé aux répondants de préciser la pression exercée par leurs vêtements de compression. 163 participants (84%) ont déclaré ne pas connaître la pression exercée. Les propositions étaient exprimées en mmHg, cependant 1 coureur a stipulé que la pression exercée par ses vêtements correspondait à la « classe 2 » et deux coureurs ont précisé « classe 3 ». Si on se focalise sur les autres coureurs, 15 (53,6%) ont répondu entre 15 et 20mmHg, 6 (21,4%) entre 20 et 27mmHg, 1 coureur a déclaré entre 18 et 21mmHg, 4 coureurs (14,3%) entre 27 et 36mmHg et enfin 2 coureurs soit 7,1% ont déclaré que leur vêtement de compression appliquée une pression inférieure à 15mmHg (Figure 43).

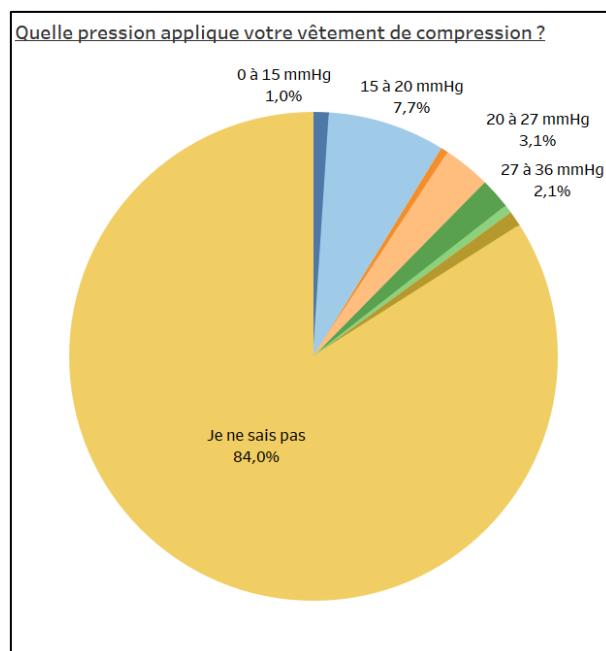


Figure 42: Répartition des coureurs utilisant la compression sportive en fonction de la pression exercée par le vêtement de compression.

Les sportifs interrogés utilisaient très majoritairement les manchons et les chaussettes de compression, ces deux types de vêtements représentaient 78,1% des réponses recueillies (42,9% pour les manchons et 35,2% pour les chaussettes). Les caleçons représentaient 13% des réponses et les collants 9%.

Ils utilisaient la compression pendant l'effort pour 76,4% d'entre eux (dont 53,5% d'hommes) et seulement 19,9% des réponses correspondaient à une utilisation après l'effort (dont 53,5% d'hommes), 1,8% de l'échantillon à une utilisation non régulière de la compression et 1,8% à d'autres utilisations (Figure 44).

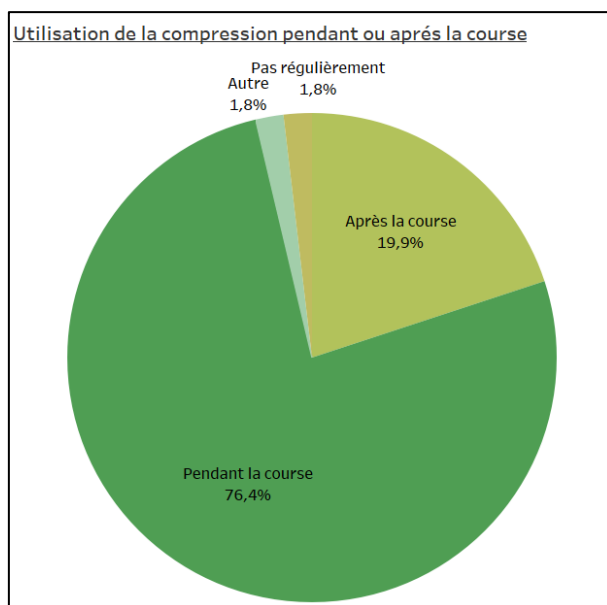


Figure 43: Répartition des coureurs utilisant la compression sportive en fonction du moment de port du vêtement de compression.

La question 14 du questionnaire s'intéressait à l'utilisation des différents vêtements de compression en fonction du type et de la durée de l'effort. 1,2% de l'ensemble des réponses ne correspondaient pas aux propositions (« autres ») et 1,9% correspondaient à une utilisation de la compression pas assez régulière pour correspondre aux réponses proposées. 52,8% des réponses correspondaient à des efforts de plus de 10km et 44,1% à tous les efforts quel que soit la distance (Figure 45).

Utilisation de la compression en fonction de l'effort produit

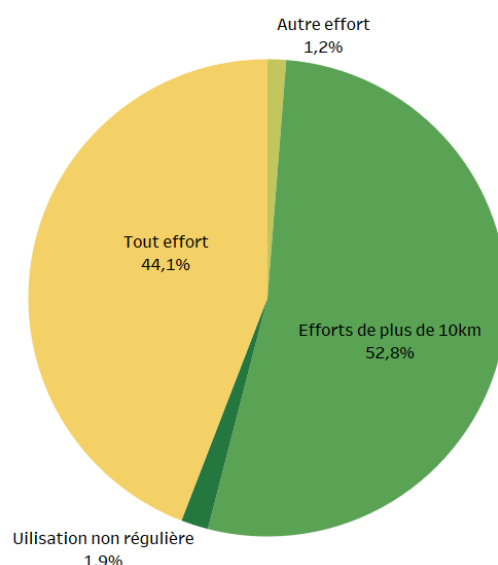


Figure 44 : Répartition des coureurs utilisant la compression sportive en fonction de la distance parcourue lors de l'utilisation du vêtement de compression.

4.2.3.2. Effets recherchés et ressentis

La question 16 s'intéressait aux effets recherchés et la question 18 aux effets ressentis par le port de vêtements de compression pendant et après la course (Figure 47). Dans l'ensemble les effets recherchés étaient plus nombreux que les effets ressentis : en cumulant les réponses aux différentes propositions, les effets ressentis cumulent 9,8% de réponses de moins que les effets recherchés.

La figure 46 détaille les effets recherchés par les sportifs qui utilisaient la compression sportive. La figure 47 représente les effets recherchés par rapport aux effets ressentis, les pourcentages représentent la proportion de réponses pour un effet recherché ou ressenti par rapport à l'ensemble des effets recherchés ou ressentis. Les figures 48 et 49 détaillent quant à elles le sexe et l'âge des participants ayant recherché chaque effet.

Le principal effet recherché et ressenti par les coureurs était l'amélioration de la récupération (29,2% de l'ensemble des effets recherchés et 28,5% de l'ensemble des effets ressentis). Elle était dans 51,2% des cas recherchée par des femmes et dans 44,2% des cas par des sportifs de plus de 40 ans. A la récupération on peut associer l'amélioration des courbatures qui représentait 12,9% des effets recherchés et ressentis, elle était cette fois-ci recherchée surtout par des hommes (56%), par des sportifs de plus de 40 ans dans 38,7% des cas et entre 23 et 30 ans dans 34,7% des cas. L'amélioration du confort après la course peut aussi être liée à la récupération et représentait 7,9% des effets recherchés et 7,6% des effets ressentis. Dans 52,2% des cas cet effet était recherché par des femmes, par des sportifs de plus de 40 ans dans 38,1% des cas et par les sportifs entre 23 et 30 ans dans 32,6% des cas.

L'amélioration de l'endurance (12,9% des effets recherchés et 13,5% des effets ressentis) était le second effet le plus attendu, il l'était à 57,3% par des hommes et à 41,3% par des sportifs de plus de 40 ans. On retrouvait ensuite la diminution des crampes qui représentait 12,2% des effets recherchés et ressentis avec 50,7% d'hommes et 38% de sportifs entre 23 et 30 ans et 32,4% de sportifs de plus de 40 ans. L'amélioration du confort pendant la course représentait 10,6% des effets recherchés mais 12,5% des effets ressentis, avec l'augmentation de la vitesse (2,2% des effets recherchés et 2,9% des effets ressentis) ce sont les seuls effet qui étaient plus souvent ressentis que recherchés (figure 35) ; ces deux effets étaient surtout recherchés par des hommes (53,2% pour le confort pendant la course et 53,8% pour la vitesse) et par les sportifs de plus de 40 ans (40,3% pour le confort pendant la course et 46,2% pour la vitesse). L'ensemble pourrait correspondre à une quête de performance.

La préservation du capital veineux est un effet différent de ceux cités précédemment, il correspond à un effet de prévention à moyen ou long terme. Il représentait 12,2% des effets recherchés mais seulement 9,9% des ressentis. Il était surtout recherché par des femmes (59,2%) et représentait ainsi leur deuxième effet le plus recherché. Il était recherché en particulier par des sportifs de plus de 40 ans (47,9%).

Les questions 17 et 19 proposaient aux participants de citer d'autres effets recherchés ou ressentis par le port de vêtements de compression (tableau 2).

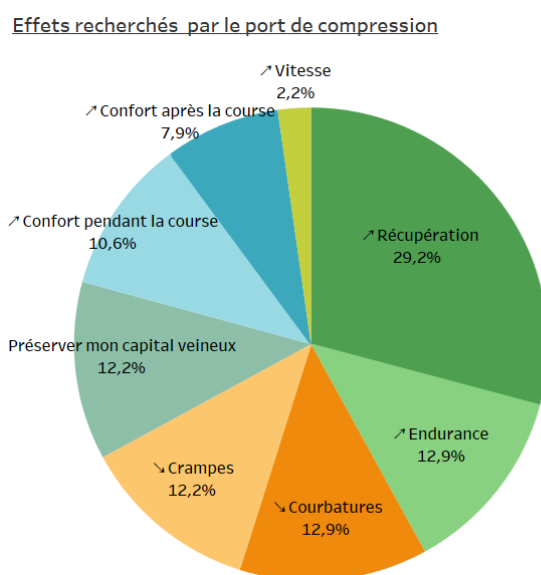


Figure 45: Ensemble des effets recherchés par les sportifs utilisant la compression.

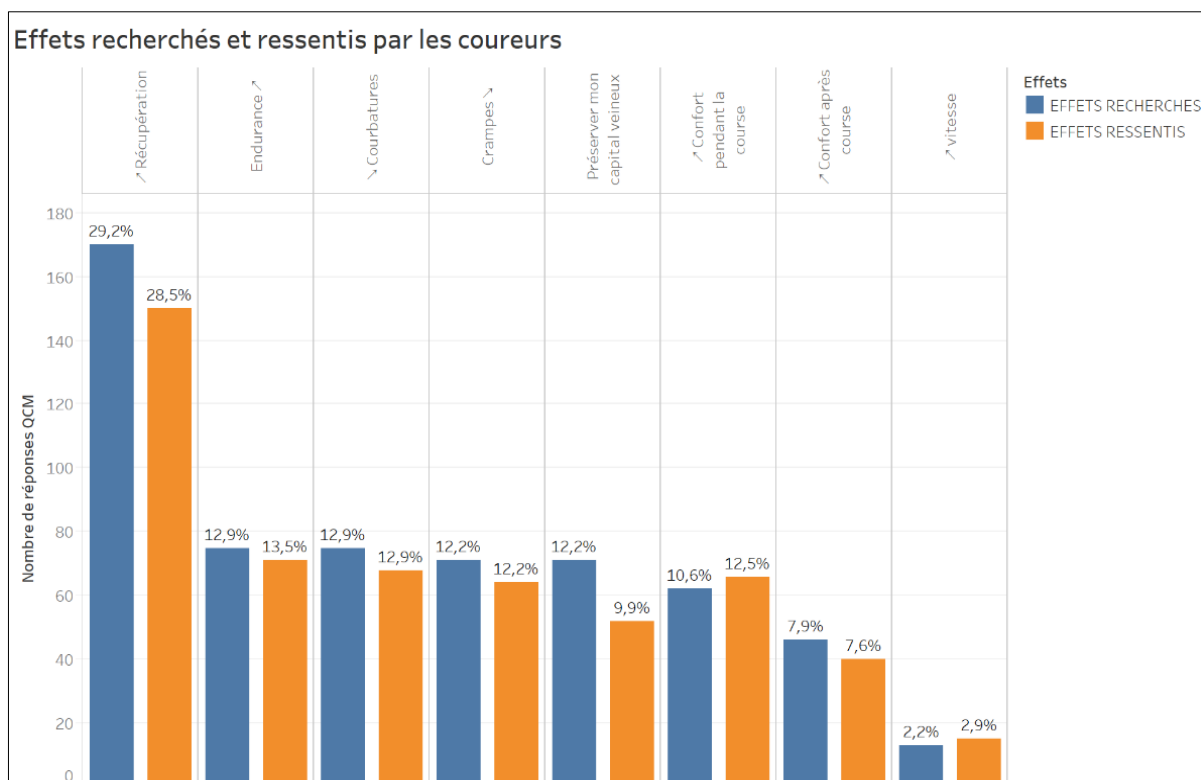


Figure 46 : Distribution des coureurs utilisant des vêtements de compression en fonction des effets recherchés et ressentis (les pourcentages exprimés dans la figure sont calculés grâce au nombre de réponses pour l'ensemble des effets recherchés ou l'ensemble des effets ressentis)

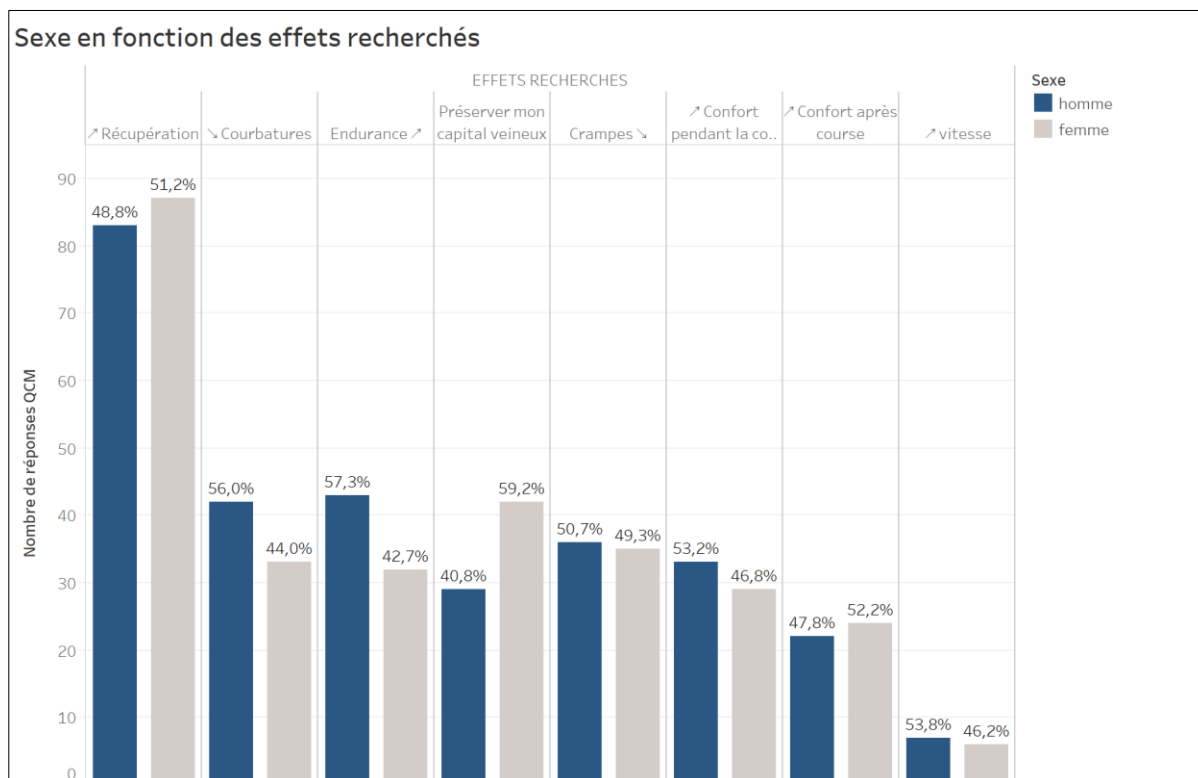


Figure 47 : Distribution des coureurs utilisant des vêtements de compression par sexe en fonction des effets recherchés par le port de vêtements de compression

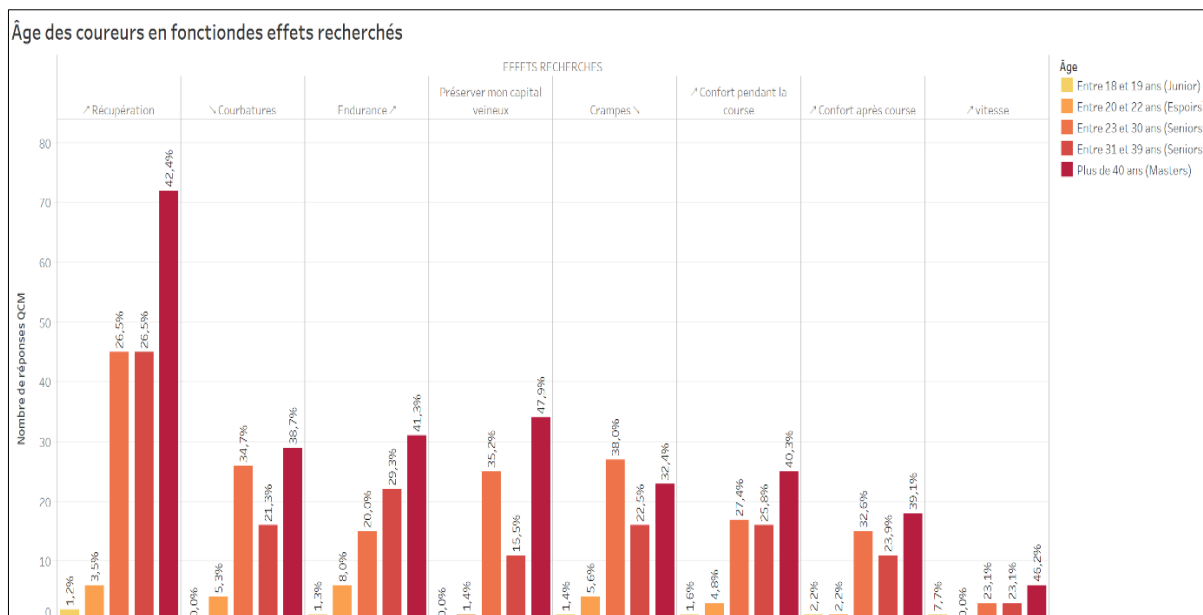


Figure 48 : Distribution des coureurs par tranche d'âge en fonction des effets recherchés par le port de vêtement de compression

Tableau 2: Autres effets recherchés (à gauche) et ressentis (à droite) par les coureurs lors du port de vêtements de compression classés par le nombre de fois qu'ils sont évoqués

Autre Effet Recherches		Autre Effets Ressentis	
Maintien	6	Légèreté musculaire	4
Diminuer douleurs	4	Diminution douleurs	3
Éviter les crampes	4	Bien être	3
Protection	4	Confort thermique	2
Diminuer blessures	3	Trop haut, risque de kyste poplité	1
Atténuer les jambes lourdes	2	Psychologique	1
Circulation	2	Moins de contractures	1
Confort thermique	2	Moins de blessures	1
Lutte contre la periostite	2	Maintien	1
Soutien articulaire	2	Economie d'énergie	1
Atténuer jambes lourdes	1	Douleurs pendant l'effort	1
Ça tient chaud (je ne cours qu'en short)	1		
Confort de la contention	1		
Diminuer fatigue	1		
Diminuer la fatigue	1		
Economie d'énergie	1		
Éviter les contractures	1		
Éviter les claquages	1		
Je ne sais pas	1		
Lutte contre periostite	1		
Oxygénation des muscles	1		
Psychologiques	1		
Soulager l'effet des jambes lourde, evi..	1		

4.2.4. Origine de la compression

En plus de l'utilisation et des effets de la compression, il a été demandé aux coureurs où ils l'avaient acheté. Les grandes surfaces sportives étaient les plus fréquentées pour les achats de vêtements de compression (31,2%), 56,8% de ces achats étaient réalisés par des hommes et dans 40,1% des cas par des sportifs de plus de 40 ans. 28,3% des achats se déroulaient en magasins spécialisés, dont dans 62,7% des cas par des hommes et 49,3% de ces achats étaient fait par des sportifs de plus de 40 ans. Les achats en pharmacie représentaient 21,1% des réponses, ils concernaient des femmes dans 66% des cas et des sportifs de plus de 40 ans dans 40% des cas. Les achats sur internet correspondaient à 18,1% des réponses recueillies et étaient représentés par 55,8% d'hommes et par 48,8% de sportifs de plus de 40 ans (Figure 50, 51 et 52).

Il a été demandé aux sportifs la marque de leur vêtement de compression, les marques les plus représentées étaient : celle du géant Décathlon « Kalenji® » qui représentait 24,8% des réponses, suivi par la marque spécialisée dans la compression progressive « BvSport® » avec 18% des réponses puis Compressport® avec 14,4% des réponses. Venaient ensuite les variantes sportives des marques de compression médicale « Sigvaris sport® » et « Thuasne sport® » avec 7,6% et 6,1% des réponses. Enfin, 3,6% des porteurs de compression ne connaissaient pas la marque de leurs vêtements et 2,2% des réponses correspondaient à de la compression médicale (figure 53).

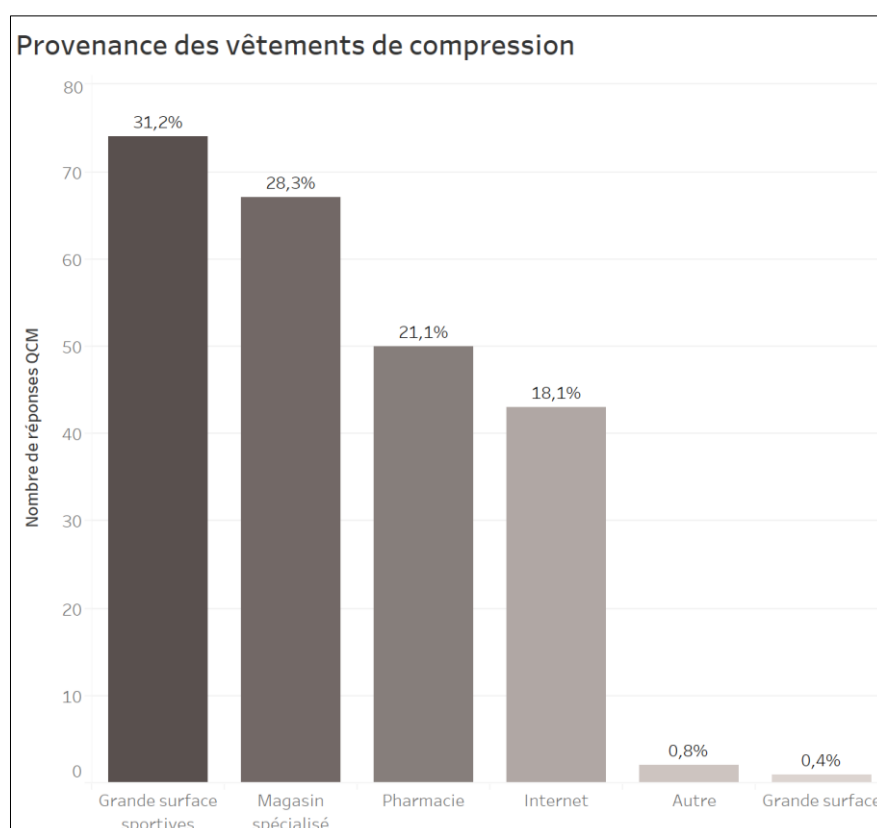


Figure 49 : Origine des vêtements de compression des coureurs interrogés

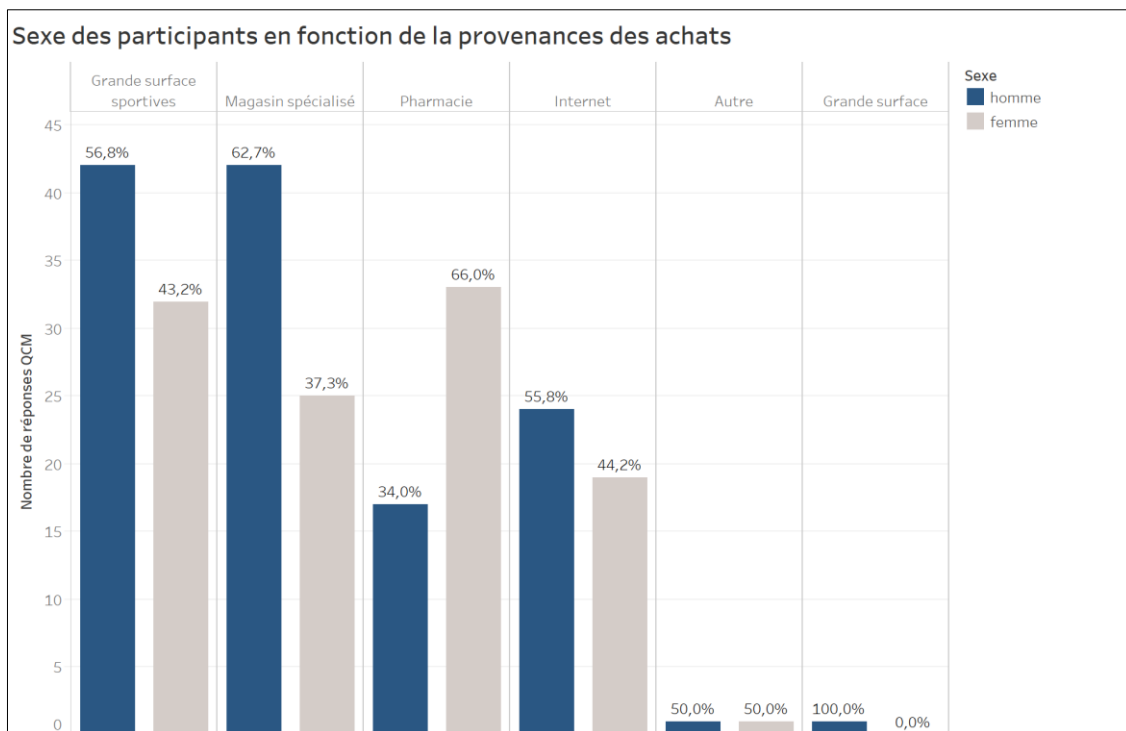


Figure 50 : Sexe des coureurs interrogés en fonction de la provenance de leurs vêtements de compression

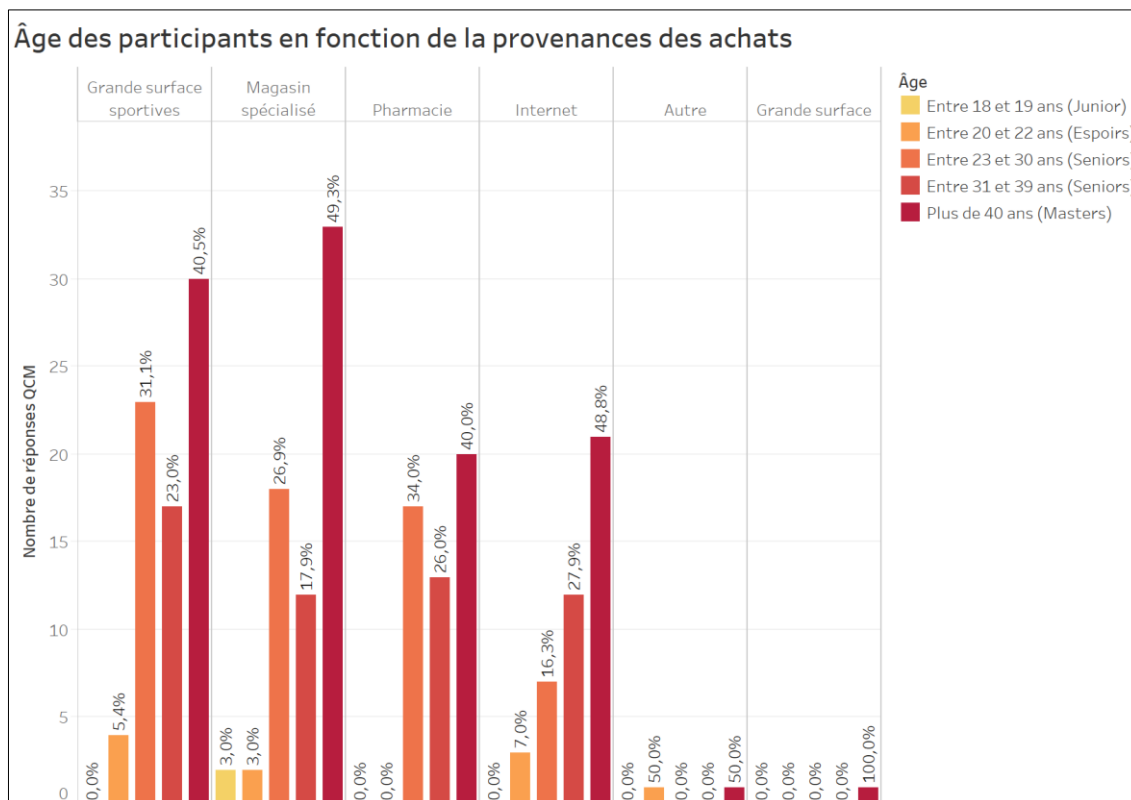


Figure 51 : Âge des coureurs interrogés en fonction de la provenance de leurs vêtements de compression

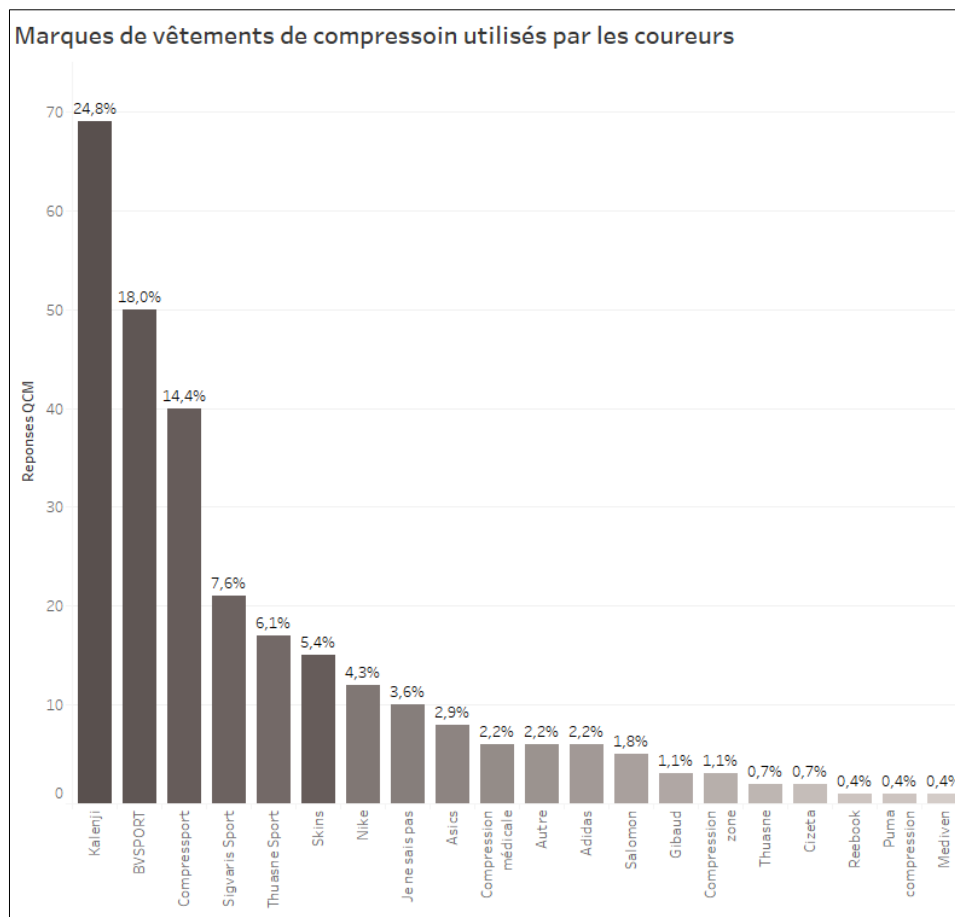


Figure 52: Marques des vêtements de compression utilisés par les coureurs interrogés

4.3. Discussion

Lorsque l'on s'intéresse uniquement aux coureurs « finishers » de marathons et semi-marathons comme dans l'étude de LEYK (108), la majorité des coureurs semble être représentée par des hommes de moins de 50 ans. La répartition était globalement la même lors d'une enquête épidémiologique de course d'ultra-endurance (109). Dans notre échantillon la majorité est représentée par des femmes et plus particulièrement par des femmes jeunes (entre 23 et 30 ans). Malgré cette prédominance féminine, si nous nous focalisons sur les coureurs qui portent un vêtement compressif, ce sont les hommes qui représentent plus de la moitié des coureurs et en particulier ceux de plus de 40 ans. Ce questionnaire ne s'intéressait que très peu à l'aspect compétitif de la course à pied et visait une population globale de coureurs. L'INSEE (Institut National de la Statistique et des Etude Economiques) nous apprend en novembre 2017 que trois fois plus d'hommes que de femmes participent à des compétitions, cette statistique diminue avec l'âge mais plus progressivement pour les hommes que pour les femmes. Ainsi, à partir de 50 ans les hommes sont quatre fois plus nombreux à participer à des compétitions que les femmes (110). Ceci peut expliquer la différence entre les études de LEYK et la nôtre.

Le port de compression pourrait être lié au volume de course imposé par le sportif. Les hommes qui portent de la compression sont non seulement plus nombreux que les femmes qui en portent mais également plus nombreux que les hommes qui n'en portent pas. Les sportifs qui portent de la compression sont majoritaires à partir de 10km et d'une heure par sortie et également à partir de trois fois par semaine. Ils sont donc plus représentés à partir de 30km de course à pied hebdomadaires. Cependant il est impossible de déterminer grâce à ces résultats le lien de causalité entre la compression et le volume de course.

Bien que n'étant toujours pas majoritaire, la compression sportive s'est beaucoup démocratisée. Même si les hommes de plus de 40 ans qui pratiquent la course à pied avec un volume de course important (plus de 30km par semaine) semblent être les sportifs qui utilisent le plus la compression, ce questionnaire a mis en lumière l'étendue de l'utilisation de la compression dans une population de coureurs de fond ou de demi-fond.

Avant de parler des effets de la compression, il est intéressant de s'attarder sur les spécificités de la compression utilisée par les sportifs. En effet, nous avons vu que de nombreux sportifs utilisent de la compression quel que soit leur niveau, leur sexe ou leur âge. Pourtant peu d'entre eux connaissent vraiment la compression et les produits qu'ils utilisent. Nous avons vu que la confusion entre compression et contention est très fréquente, même dans le milieu médical, il est donc évident qu'elle l'est tout autant chez le coureur. Pour 69% des coureurs ayant répondu « contention » l'achat avait eu lieu en pharmacie, on peut donc supposer que les sportifs utilisaient des BMC pour courir qui sont communément appelés « bas de contention » ou qu'il y a eu confusion entre les bas de contention classiquement vendus en pharmacie et les bas destinés au sport. De plus, lorsqu'il a été demandé aux coureurs s'ils utilisaient d'autres moyens de compression, des réponses comme « compression médicale », « contention classique », « contention quotidienne » ou encore « classe2 » sont apparues.

En ce qui concerne le type de compression appliquée par les vêtements, les réponses étaient attendues, la compression progressive ou sélective est un concept assez jeune (1998) développé en particulier par BVSport®, les coureurs qui l'utilisent savent en général que les pressions sont progressives car c'est le principal argument commercial de la marque. Pour les autres, il est difficile de savoir, cette information n'est pas clairement exprimée sur internet ou en grande surface sportive, en revanche la compression dégressive est le principe de fonctionnement des BMC bien connus en pharmacie, ce qui pourrait expliquer que 80% des réponses « dégressives » proviennent d'un achat en pharmacie.

C'est encore plus difficile de connaître la pression précise exercée par la compression sportive car aucune norme ne régleme les pressions appliquées par ces bas. Les pressions proposées dans le questionnaire correspondaient aux classes de compression retrouvées en pharmacie dans les BMC, donc il est normal que parmi les 13,1% de coureurs ayant précisé une pression apportée par leur vêtements 64,5% avaient acheté leur compression en pharmacie et 12,9% les avaient achetés en magasins spécialisés.

L'effet le plus recherché par les sportifs (29,2%) est l'amélioration de la récupération qui se traduit par une diminution des douleurs et des signes de fatigues qui permet un retour rapide à l'entraînement. Malgré la discordance des études, les douleurs, l'élimination des déchets métaboliques, la fatigue ou les signes de l'inflammation semblent s'améliorer par le port de compression mais uniquement lorsque celle-ci est portée après l'effort au moins 6 heures et jusque 48 heures pour les douleurs retardées. Cependant, les sportifs qui portaient la compression après l'effort n'étaient que 20,7% dans notre échantillon, les coureurs semblent mal informés sur l'utilisation optimale de la compression pour améliorer la récupération.

L'utilisation en grande majorité de la compression pendant l'effort pourrait être le synonyme d'une recherche de performance pendant la course. Les hommes en particulier utilisent la compression et surtout à partir de 30 ans, ce sont eux aussi qui participent le plus à des compétitions où la performance est le maître mot. De plus, les performances diminuent inexorablement avec l'âge, la compression pourrait donc être utilisée dans le but de maintenir un niveau de performance élevé malgré l'avancée en âge. 12,9% des coureurs recherchaient une amélioration de l'endurance (maintenir un effort d'une certaine intensité pendant une période prolongée) ; les études n'ont pourtant montré aucun effet positif sur les paramètres d'endurance comme la $VO_2\text{max}$ ou la fréquence cardiaque, en revanche la durée maximale d'effort jusqu'à épuisement semble être légèrement améliorée. Cependant l'amélioration du confort pendant la course, qui était recherchée dans 10,6% des cas, est liée à une amélioration des sensations du coureurs qui est toujours bénéfique aux performances.

La diminution des blessures illustrée dans le questionnaire par la diminution des crampes et des courbatures représentait 25,1% des effets recherchés. Selon les études, la compression n'aurait pas d'effets sur les crampes car elles seraient dues à un désordre électrolytique et/ou à un déséquilibre neuromusculaire, en revanche le port de compression immédiatement après l'effort diminuerait l'intensité des courbatures ; mais une fois de plus les sportifs portent surtout leur compression pendant l'effort. Au-delà des blessures la compression est utile pour maintenir et diminuer les oscillations des masses musculaires de la jambe, le maintien est d'ailleurs la réponse la plus citée dans la question 17 « autres effets recherchés », l'amélioration du maintien apportée par la compression est liée à un meilleur confort, une diminution de la fatigue, à de meilleures sensations de course.

L'intérêt de la compression sur le retour veineux est bien connu des sportifs, la préservation du capital veineux représentait 12,2% des effets recherchés. Par « préservation du capital veineux » plusieurs cas de figures sont à considérer, un sportif sain qui craint pour sa santé veineuse, un sportif sain mais à risque qui veut prévenir l'apparition de troubles ou un sportif atteint d'une affection veineuse qui souhaite améliorer son retour veineux et/ou ralentir l'avancée de l'affection. Pour tous ces sportifs l'activité physique qui permet de faire fonctionner la pompe musculaire du mollet et les articulations adjacentes est essentielle, la course à pied est donc une activité adaptée à la préservation du retour veineux à condition d'être pratiquée dans de bonnes conditions. Les effets de la compression sur le retour veineux sont bien connus, la compression dégressive est utilisée pour traiter l'insuffisance veineuse. Les bas de compression développés pour les sportifs semblent aussi avoir des effets positifs

sur le retour veineux et l'amélioration du flux sanguin, que la compression soit progressive ou dégressive, mais les études concernent des sportifs au repos debout ou couchés, il est donc difficile d'extrapoler leurs effets aux sportifs pratiquant la course à pied. La préservation du retour veineux est particulièrement recherchée par les femmes, et alors que les hommes s'en préoccupent en particulier à partir de 40 ans (72,4% des hommes qui cherchaient à préserver leur retour veineux avaient plus de 40 ans), les femmes le sont plus tôt, dès 23 ans (45% des femmes qui recherchaient à préserver leur retour veineux avaient entre 23 et 30 ans, contre 31% pour les plus de 40 ans). Ce sont les femmes qui sont le plus touchée par l'affection veineuse et elles semblent être conscientes de ce risque et de l'effet de la compression sur cette maladie.

La principale force de ce questionnaire est l'hétérogénéité des sportifs répondants, qui est due au *medium* utilisé. La diffusion sur internet est particulièrement facile et l'utilisation de Facebook permet d'atteindre un public important. Il permet d'éviter le biais de sélection produit par la diffusion au départ ou à l'arrivée de courses organisées qui n'inclurait pas les sportifs qui courent sans participer à des compétitions. De plus, l'utilisation de Facebook permet la diffusion sur des groupes spécialisés qui rassemblent déjà les coureurs de tout âge et de tout niveau. Cependant le réseau social perd sa popularité auprès des jeunes de moins de 25 ans depuis quelques années, le nombre d'utilisateurs ne diminue pas mais la moyenne d'âge augmente (111), cela pourrait expliquer le peu de réponses de jeunes de moins de 23 ans à notre questionnaire (seulement 46 soit moins de 10%). De plus, afin de collecter suffisamment de participants, nous avons également publié le questionnaire sur ma page Facebook personnelle ainsi que sur les groupes de pharmaciens dont je fais partie, une quantité non négligeable et non mesurable des répondants est donc susceptible de travailler dans une pharmacie ce qui pourrait expliquer, par exemple, le nombre élevé de vêtements de compression achetés en pharmacie.

L'intérêt de ce questionnaire repose sur la grande population de coureurs qu'il touche et du nombre de question qui permet d'établir un état des lieux des habitudes de courses et de l'utilisation de la compression des coureurs quel que soit leur niveau. De plus, les questions à choix multiples étaient complétées par une question ouverte qui permettait d'ajouter des précisions. La quantité d'information engendrée par notre questionnaire semble donc suffisamment importante, mais de nouvelles questions ont émergé pendant le travail qui ne trouveront pas de réponses ici, notamment sur les personnes pratiquant la course à pied qui souffrent déjà d'insuffisance veineuse. A cela s'ajoute des imprécisions concernant certaines questions qui ne permettent pas une analyse suffisamment pertinente, par exemple il était demandé aux participants les effets qu'ils recherchaient et les effets qu'ils ressentaient pendant et après l'effort, il aurait été plus pertinent de demander les effets recherchés lors du port de compression pendant l'effort et lors du port de compression après l'effort, c'est pourquoi le résultat de la question 16 a été réduit aux effets recherchés et ressentis sans distinction du moment.

5. LE PHARMACIEN, UN INTERLOCUTEUR DE CHOIX

L'exercice de la pharmacie d'officine est très diversifié, de la délivrance de médicaments avec ou sans ordonnance à la nutrition et micronutrition en passant par l'orthopédie. La compression prend une place importante dans l'exercice officinal, elle est de plus en plus prescrite et donc délivrée par le pharmacien. Elle est principalement dispensée dans le cadre de l'insuffisance veineuse où le rôle du pharmacien est primordial pour permettre une bonne observance avec des produits adaptés et confortables. Nous avons également vu que la course à pied est très bénéfique sur le retour veineux, afin de retarder, diminuer et prévenir les signes d'insuffisance veineuse. Pour cela la course à pied doit être réalisée dans des conditions optimales, elle doit être pratiquée régulièrement, d'une intensité faible à modérée pour augmenter les masses musculaires nécessaires à la chasse sanguine mais sans déséquilibrer la pompe foulante et la pompe aspirante du triceps sural. Dans la course à pied, l'effort est important mais il ne faut pas négliger la récupération et l'hydratation, elles déterminent l'élimination des toxines et l'intégrité pariétale du système veineux. Nous avons vu que les coureurs s'intéressent de plus en plus à la compression dans le but d'améliorer leurs performances, de diminuer les douleurs et de préserver leur capital veineux. De la même façon que pour la compression médicale, la compression sportive doit être parfaitement adaptée pour être efficace. Le pharmacien prend alors un rôle essentiel puisque son expertise lui permet de trouver le produit ajusté à chaque sportif.

5.1. Les conseils hygiéno-diététiques

La préservation du retour veineux, pour une personne saine ou souffrant d'affection veineuse, passe par un ensemble de conseils simples à appliquer de façon quotidienne.

5.1.1. Posture

Pour préserver son retour veineux, il faut mobiliser les pompes veineuses autant que possible. Dans la vie quotidienne, il suffit de se lever et faire au moins une dizaine de « vrais » pas régulièrement, toutes les deux heures. Certaines activités professionnelles sont plus sujettes à la maladie veineuse, c'est notamment le cas des pharmaciens et préparateurs, des coiffeurs ou des hôtesses de l'air car leur fonction impose une station debout prolongée ou des piétinements. Lorsque la marche n'est pas envisageable, il est aussi possible d'effectuer des mouvements de flexion-extension des pieds pour mobiliser les muscles du mollet.

5.1.2. Température

Pour réduire les effets délétères de la chaleur sur le retour veineux, il faut éviter le chauffage au sol, les bains chauds, les saunas et les bains de soleil prolongés. Lorsque les jambes sont

soumises à une température élevée elles ont tendance à gonfler, il est alors possible de les rafraîchir avec un filet d'eau froide à basse pression du bout des orteils jusqu'à l'aine, accompagné d'un massage de bas en haut. L'eau froide permet aussi de décongestionner et diminuer les douleurs.

5.1.3. Alimentation et mode de vie

Conserver une alimentation équilibrée, variée et riche en fibres permet de réguler son poids et de limiter la constipation. Ainsi, la pratique d'une activité physique est facilitée, les masses musculaires et les articulations sont sollicitées ; le retour veineux normal peut ainsi être préservé.

5.1.4. L'activité physique

L'activité physique permet de maintenir une mobilité articulaire normale et d'augmenter les masses musculaires des membres inférieurs. La pratique d'un sport qui sollicite les membres inférieurs dans leur ensemble est recommandée pour améliorer le retour veineux. Des sports comme la natation, le cyclisme ou la course à pied sur sols mous sont bénéfiques.

Les sports qui provoquent des changements d'appuis brutaux ou des hyperpressions comme les sports de raquettes ou de balles ou encore l'haltérophilie et les sports de combats sont à éviter car ils sont délétères pour le retour veineux. Aussi, les sports qui immobilisent une partie de la jambe comme le ski alpin ou le canoé-kayak sont à proscrire (6).

5.2. Les bonnes pratiques de course à pied

Pour être bénéfique au retour veineux, la course à pied doit être pratiquée dans de bonnes conditions. Le sportif ne doit pas se focaliser uniquement sur son effort et sa performance mais sur l'ensemble de la pratique allant de l'échauffement à la récupération. Le pharmacien n'a pas vocation à être spécialiste de la course à pied, néanmoins dans le cadre d'un accompagnement de la délivrance de compression sportive, il peut apporter quelques conseils simples sur la pratique de cette activité.

5.2.1. Echauffement

L'échauffement est essentiel afin de préparer les chaînes musculaires et articulaires à l'effort de la course à pied. Afin de préparer sa séance, le coureur démarre à vitesse réduite ou par de la marche jusqu'à transpiration. L'échauffement donne aux muscles leur souplesse et leurs élasticités nécessaires à la course, il est indispensable pour éviter les blessures. Le but de l'échauffement est d'augmenter la température dans le muscle. Le port de compression augmente la température cutanée pendant l'effort mais ne semble pas augmenter la température cutanée au repos ni la température centrale (112) ; il est donc peu probable qu'elle augmente la température intramusculaire et donc qu'elle soit suffisante pour remplacer un échauffement.

5.2.2. Hydratation

L'hydratation est indispensable avant, pendant et après la course. Il est important de boire avant que la sensation de soif n'apparaisse puisqu'elle est le premier signe d'une déshydratation. Une hydratation insuffisante est liée à l'apparition de crampes ou de blessures tendineuses et diminue l'efficacité des muscles.

5.2.3. Récupération

La récupération détermine les performances futures, diminue l'inflammation et les blessures. Il est donc essentiel de ne pas négliger cette étape de la course à pied. Les étirements statiques sont à éviter, ils ralentissent le drainage veineux et ne diminuent pas les courbatures. En revanche, les étirements dynamiques, alternant contractions et relâchements, améliorent le drainage veineux et l'élimination des déchets. En exercice d'endurance, comme la course à pied, le retour au calme n'a pas d'intérêt, on préférera associer le froid et la compression pour améliorer le drainage veineux. Il est possible de réaliser une immersion en eau froide, mais il est difficile de la mettre en place en pratique quotidienne. Puisque la récupération optimale est obtenue en améliorant le drainage veineux pour éliminer les déchets métaboliques de l'exercice, les conseils de récupération sont les mêmes que dans le cas de l'insuffisance veineuse. Le massage est aussi utile pour détendre les fibres musculaires et faciliter le retour veineux.

5.2.4. Compléments alimentaires

Les compléments alimentaires servent à optimiser les apports en nutriments ou oligo-éléments insuffisamment apportés par l'alimentation, ou perdus en grande quantité pendant l'effort. Les compétences du pharmacien en micronutrition sont importantes et on retrouve des compléments alimentaires intéressants en officine. Les compléments peuvent être pris avant l'effort, ils servent alors à optimiser le statut nutritionnel, ils complètent l'alimentation. Le but est d'apporter des vitamines et oligo-éléments qui sont les principaux cofacteurs des réactions métaboliques énergétiques. Pendant l'effort, ils servent surtout à l'hydratation et à l'apport de glucides. Ils se présentent sous forme de boissons, de barres ou de gels ; il est recommandé de boire 500 ml par heure d'effort. Lorsque ces compléments sont solides, ils doivent être bien mâchés pour éviter les troubles digestifs. Pris après l'effort, ils permettent la réhydratation, l'élimination des déchets et la compensation du déficit en minéraux et autres micronutriments ; ils jouent un rôle dans la lutte contre le stress oxydant et l'acidité tissulaire pour atteindre une récupération optimale des capacités physiques.

5.2.5. Prévention des blessures

Il est intéressant d'analyser l'usure des chaussures du coureur de fond, une usure anormale nous indique les zones d'hyper appuis, qui à terme peuvent être à l'origine de fracture de fatigue. Ces hyper appuis peuvent être corrigés par l'utilisation de semelles orthopédiques façonnées sur mesure par un orthopédiste ou un pharmacien d'officine titulaire du diplôme universitaire d'orthopédie. Les semelles orthopédiques peuvent aussi être utilisées pour

diminuer l'apparition d'hallux valgus. Pour éviter les tendinopathies, le coureur doit être consciencieux sur son échauffement, il est efficace s'il conduit à une transpiration. De la même façon, le coureur doit être vigilant sur son rythme d'entraînement, après une période d'inactivité prolongée, la reprise doit être progressive en durée et en intensité. Certains médicaments peuvent être aussi à l'origine de tendinopathies, c'est le cas en particulier des fluoroquinolones qui ne doivent pas être associées à des périodes d'entraînements. Pour un coureur, l'hygiène des pieds est également importante, ils doivent être bien lavés et bien séchés, en particulier les espaces interdigitaux. Les chaussures humides doivent être enlevées immédiatement après l'effort et le coureur doit éviter de marcher pieds-nus dans les lieux publics. Une bonne hygiène des pieds permet de prévenir les pathologies cutanées comme le pied d'athlète, les verrues ou les onychomycoses. L'entretien des pieds, tel que la coupe des ongles ou l'élimination des peaux mortes et des callosités permet de prévenir les affections telles que les ampoules, les cors, les ongles incarnés et les hématomes sous-unguéales. Le choix des chaussures est aussi important, des chaussures adaptées réduisent le risque de tendinopathies, d'ampoules, d'ongles incarnés, de cors ou d'hématomes sous-unguéales.

5.2.6. Choix de la chaussure (113)

Le choix de la chaussure dépend de nombreux critères et une chaussure adaptée permet une pratique de la course à pied optimale et sans danger. Il est nécessaire d'utiliser une paire de chaussures spécifique pour la course à pied. Elles sont équipées d'une semelle amortissante pour éviter les microtraumatismes et d'un talon surélevé pour éviter les tendinites du tendon d'Achille. Le choix de la chaussure dépend aussi de la foulée de chaque coureur, des chaussures spécifiques sont développées pour les foulées supinatrices, pronatrices ou universelles. Pour des chaussures de « running », le coureur ne doit pas choisir sa pointure habituelle mais plutôt une demi-pointure ou une pointure au-dessus car le pied s'allonge légèrement lors de course longue durée. La pointure supplémentaire permet d'éviter les blessures unguéales lors de dénivelés négatifs en trail. La largeur est aussi un paramètre important, une chaussure trop étroite crée des douleurs au niveau des métatarses et une chaussure trop large engendre des glissements du pied dans la chaussure causant des ampoules.

Les chaussures sont équipées d'un amorti plus ou moins important à choisir en fonction du poids du coureur ; un coureur lourd aura besoin de plus d'amorti qu'un coureur léger. Les chaussures pour coureurs légers possèdent moins d'amorti et moins de stabilité que les chaussures pour coureurs lourds, elles sont donc à éviter pour les courses de longue distance. Bien sûr, le coureur choisira sa chaussure en fonction du type de terrain pratiqué, s'il court exclusivement sur route l'amorti est à privilégier à la stabilité. Au contraire pour une pratique plus nature, le risque d'entorse et de glissade est plus grand en raison d'un terrain plus souple ; la stabilité est à préférer à l'amorti. Les lacets ne doivent pas être trop serrés car lors de courses longues les pieds ont tendances à gonfler. Pour les courses courtes, ils doivent être bien serrés pour que le pied soit maintenu. Il est conseillé d'essayer ses chaussures de course en fin de journée pour que la chaussure soit adaptée au pied à l'effort. Pour garder des chaussures en bon état, il est conseillé de changer ses chaussures tous les mille kilomètres parcourus.

5.3. À qui conseiller la compression sportive ?

5.3.1. Le patient souffrant d'affection veineuse

Lorsque les premiers signes d'affection veineuse apparaissent, le patient doit considérer les aspects positifs d'une activité physique régulière. La course à pied semble être idéale puisqu'elle fait travailler l'ensemble des chaînes musculaires et articulaires des membres inférieurs, elle permet donc de préserver le flux veineux. De la même façon, la compression est le principal conseil à apporter au patient souffrant d'affection veineuse, elle compense le manque de tonicité veineuse et augmente le flux sanguin dans le système veineux du membre inférieur. L'augmentation de température engendrée par la course accroît la quantité de sang dans le système veineux superficiel. Cette hyperthermie peut causer une aggravation des signes superficiels de l'insuffisance veineuse. Une course pratiquée à répétition sur un sol dur entraîne des hyperpressions délétères pour l'intégrité des parois veineuses. C'est pourquoi, la compression sportive est intéressante chez le patient souffrant d'insuffisance veineuse, elle reproduit l'action de la compression médicale et complète l'action de la course à pied sur le retour veineux. Bien que la compression ne permette pas la réduction du calibre des veines profondes, elle consentirait à l'amélioration du flux veineux. Le patient souffrant de signes d'une affection veineuse pourrait alors utiliser la compression sportive pendant l'effort pour limiter les oscillations entraînant des traumatismes et de l'inconfort. La compression est aussi utile en course nature car elle permet de protéger les jambes des agressions extérieures, ceci est d'autant plus intéressant si les signes d'insuffisance veineuse sont importants (varices, œdèmes). La compression après l'effort prend chez l'insuffisant veineux tout son sens, elle diminue les douleurs, les œdèmes et la fatigue, permettant de régulariser l'exercice. Après l'effort, elle améliore le flux sanguin et l'élimination des déchets métaboliques néfastes pour le système veineux. La compression dégressive est la plus intéressante puisqu'elle fonctionne sur le même principe que la compression médicale. Si le patient en est équipé, il peut utiliser la compression médicale après la course.

5.3.2. La population à risque d'insuffisance veineuse

5.3.2.1. Risque héréditaire

Dans la population générale le risque de développer des signes de maladie veineuse est de 20%. Ce risque augmente si les parents sont touchés : 45% de risque si un parent est atteint et jusqu'à 90% de risque si les deux parents le sont. Une personne dont au moins un des parents souffre de signes de maladie veineuse doit considérer l'intérêt de l'activité physique régulière et de la compression. La course à pied d'une intensité faible à modérée retarde l'apparition et l'évolution des signes de maladie veineuse.

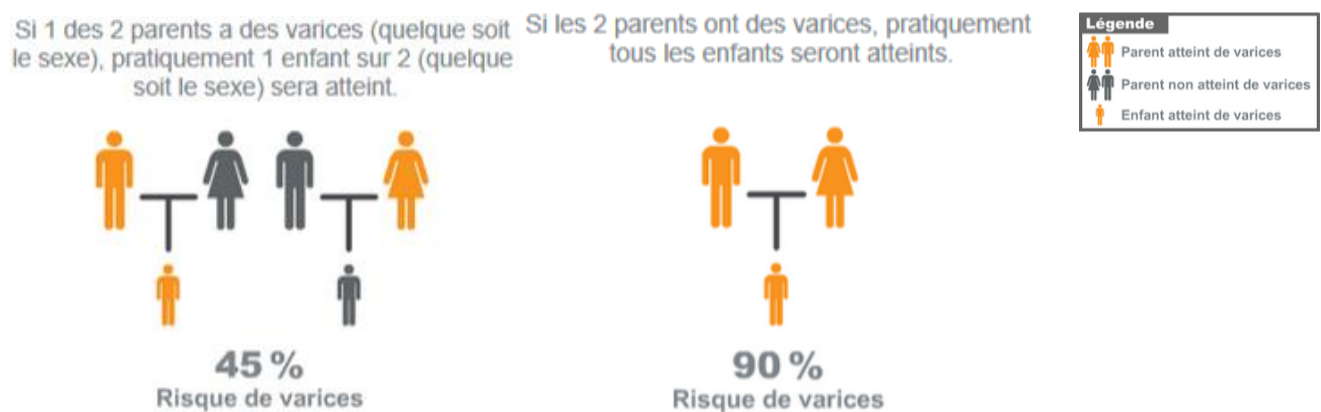


Figure 53 : Impact de l'hérédité sur la prévalence de la maladie veineuse (4)

5.3.2.2. La femme sportive

Sur le plan constitutionnel, les femmes sont moins adaptées à réaliser des performances dans les sports de puissance ou de vitesse, leur gabarit est moins important et leur masse musculaire moins développée que leur homologue masculin. Leur morphologie plus petite et leur masse adipeuse plus importante les favorise sur des épreuves de longue durée. Cependant, les femmes réalisent moins d'activités physiques et de compétitions que les hommes, en particulier avec l'avancée en âge. Pourtant la pratique d'une activité physique telle que la course à pied, en plus de diminuer la mortalité et de prévenir les principales pathologies chroniques, diminue l'incidence de l'ostéoporose et maintient les femmes âgées autonomes (114). Les femmes sont plus sensibles aux affections veineuses que les hommes puisqu'elles concernent trois femmes pour un homme. Les variations hormonales et l'utilisation d'oestroprogestatifs à des fins contraceptives diminuent la tonicité vasculaire, augmentent la perméabilité capillaire et entravent la thermorégulation (21). Ainsi, une femme sur deux développera des signes d'affections veineuses au cours de sa vie contre un homme sur cinq. La compression est donc un conseil essentiel pour la patientèle féminine, généralement consciente de leur fragilité vasculaire. Elles consultent d'ailleurs plus précocement que les hommes pour des signes d'insuffisance veineuse.

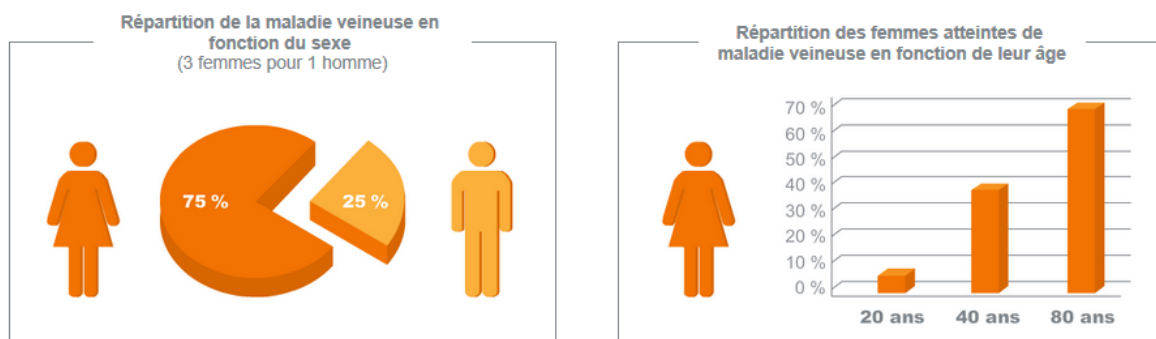


Figure 54 : Impact de l'âge sur la prévalence de la maladie veineuse (4)

5.3.2.3. L'athlète master d'endurance (64)

L'athlète master d'endurance est un sportif qui continue à s'entraîner de façon régulière et plus ou moins intensive malgré la diminution progressive des performances liée à l'âge. Ils s'entraînent et participent à des compétitions dans le but de maintenir ou d'améliorer leurs performances, de se maintenir en forme, de « décompresser » ou pour maintenir une vie sociale. L' « American College of Sports Medicine » indique que « *la participation régulière à un programme d'exercice physique est un moyen efficace de réduire ou prévenir les déclin fonctionnels classiquement associés au vieillissement* ». En continuant à pratiquer la course à pied d'endurance de façon régulière et plus ou moins intense, les sportifs retardent donc l'apparition de maladies associées à la senescence comme l'obésité, le diabète ou encore l'hyper-tension artérielle, qui entravent les capacités physiques. Malgré l'entraînement, les performances diminuent inexorablement avec le vieillissement. La prévalence et la sévérité de la maladie veineuse augmentent avec l'âge indépendamment du sexe. Elle touche plus de la moitié de la population dans les pays industrialisés à partir de 50 ans et jusqu'à 70% après 70 ans. Même si la course à pied est bénéfique à la préservation du retour veineux, les coureurs masters ont plus de risques de développer une affection veineuse que les coureurs plus jeunes.

5.3.2.4. Les professions statiques

La force gravitationnelle favorise la stagnation du sang dans les membres inférieurs et les principaux facteurs du retour veineux sont la contraction des muscles de la jambe et l'écrasement de la semelle plantaire. Certains métiers impliquant une station debout prolongée augmentent le risque de dégradation du retour veineux (cuisiniers, coiffeurs, pharmaciens, infirmiers). Les métiers impliquant une position assise prolongée souffrent d'un relâchement des muscles entraînant une dilatation des veines, c'est particulièrement le cas des routiers et des employés de bureau. En pratiquant une activité physique régulière telle que la course à pied ces professionnels peuvent entretenir leur système vasculaire en gardant une activité musculaire dynamique et en augmentant l'action du diaphragme et de la sangle abdominale. Il faut donc conseiller à ces professionnels d'éviter les périodes d'immobilisation prolongée (debout ou assise) et de faire une dizaine de vrais pas régulièrement dans la journée. La prescription d'une compression élastique pour la vie quotidienne et pendant l'activité sportive peut s'ajouter à ces conseils (115).

5.3.2.5. Quelle compression ?

La compression pendant l'effort n'a pas démontré d'effet sur les paramètres cardiovasculaires tels que le retour veineux. Cependant, elle reste intéressante pour des sportifs qui souhaitent pratiquer une activité régulière. Le confort et la diminution de la fatigue ressentis grâce à la compression portée pendant l'effort améliorent les sensations du sportif liées aux performances. La notion de plaisir est décuplée et courir régulièrement devient moins contraignant.

La compression sportive ou médicale portée après l'effort, améliore le flux sanguin et l'élimination des déchets métaboliques. Les vêtements de compression sont utiles à la récupération et permettent un retour plus rapide à l'exercice ainsi qu'une régularité de

l'activité puisque portés après l'effort, ils diminuent les douleurs, l'inflammation, les œdèmes et la fatigue.

5.3.3. Le sportif sain

Le sportif qui ne présente ni maladie veineuse ni risque d'en développer n'aurait a priori aucun intérêt à porter de la compression dans sa pratique courante de la course à pied. Force est de constater, grâce aux études et au questionnaire réalisé, que les sportifs trouvent quand même un intérêt à la compression. Ils constatent une diminution des douleurs, crampes et œdèmes ainsi que des oscillations. Une amélioration du confort et de la récupération est également rapportée par les sportifs. Ils font aussi part de sensations de préservation de leur capital veineux.

La compression pendant l'effort qu'elle soit progressive ou dégressive prend un intérêt dans plusieurs situations :

- Le coureur cherche à améliorer ses performances : la compression permet d'augmenter l'endurance en diminuant les ballottements et la fatigue perçue.
- Le coureur cherche à améliorer le confort pendant la course : la compression améliore le confort, elle diminue la fatigue, augmente la température corporelle locale, diminue les ballottements et les douleurs.
- Le coureur qui pratique le trail : le port de compression protège les jambes des griffures et autres blessures cutanées.

La compression améliore la récupération si elle est portée immédiatement après l'effort et pendant assez longtemps. Que le sportif cherche à améliorer ses performances, son confort pendant ou après la course ou à raccourcir la période de repos entre deux courses, la compression après l'effort est toujours intéressante ; elle diminue la fatigue, les douleurs et les œdèmes et accélère l'élimination des métabolites. Elle peut donc être conseillée à tous les sportifs qui pratiquent la course à pied. De la même façon que les sportifs souffrants d'insuffisance veineuse ou ceux qui en sont à risque, la compression portée pendant ou après l'effort améliore les sensations qui sont liées aux performances et au plaisir de pratiquer.

5.3.4. Conseils sur la compression

5.3.4.1. Rôle du pharmacien (116)

En France, seuls les pharmaciens et orthopédistes sont autorisés à délivrer des BMC. Pour être efficace, ils doivent être parfaitement adaptés aux patients. Ces derniers doivent être formés à les utiliser et les entretenir. De ces points dépendra le confort et l'observance des patients.

La prise de mesure est effectuée par le pharmacien dans un local isolé de l'espace de vente. Elle doit avoir lieu sur les deux jambes en position debout, sans chaussures et le plus tôt possible après le lever si le patient souffre d'œdème. Si les mesures se situent entre deux tailles c'est la taille du tour de cheville qui est prioritaire. Cependant, il faut tenir compte du confort du patient car une compression qui n'est pas confortable ne sera pas portée. Les mesures sont réalisées à l'aide d'un mètre ruban de couturière ; le pharmacien mesure pour les mi-bas/chaussettes/bas jarrets le tour de cheville au plus fin, le tour de mollet au plus large et

la hauteur de la demi-jambe (à deux doigts sous le creux poplité). Il ajoute à ces mesures le tour de cuisse au plus large et la hauteur de jambe (au niveau de l'aîne) pour les bas-cuisses et enfin le tour de hanche au point le plus fort pour les collants. La pointure est également demandée à titre indicatif car les autres mesures sont normalement suffisantes au choix de la taille. Il existe selon les fabricants plusieurs tailles et plusieurs longueurs de série. Pour les BMC, des tailles spécifiques à certaines morphologies existent comme les tailles « mollet - » ou « cuisse + », si ce n'est pas suffisant la confection sur mesure est aussi possible auprès des fabricants traditionnels.

Afin d'assurer une observance optimale du port de compression, il faut que les patients soient bien formés à l'enfilage des dispositifs jugé parfois difficile. Les BMC doivent s'enfiler le plus tôt possible au lever et sans utiliser de crème ou de lait corporels. Ils doivent posséder un talon anatomique pour assurer le bon positionnement du bas permettant d'améliorer l'observance. La mise en place optimale et la plus facile d'un BMC est décrite dans la figure 56 ci-dessous. Une fois le bas enfilé il faut masser la jambe de bas en haut pour éviter les plis et répartir correctement les pressions.



Figure 55 : Schéma des étapes d'enfilage des bas de compression médicale recommandée par la CNAM (117)

Il est généralement conseillé de retirer les vêtements de compression la nuit car leur élasticité pourrait causer un effet garrot. Si malgré ces dispositions l'enfilage est difficile, des dispositifs pour le faciliter type enfile-bas sont disponibles en pharmacie. Si la difficulté d'enfilage persiste, la superposition de bas de pressions inférieures est possible. En effet, l'enfilage de deux paires de bas de classe II est plus aisé que l'enfilage d'une paire de bas classe IV, les pressions s'additionnent.

Toute matière élastique comporte un phénomène de fluage : le fil élastique perd de sa force de rappel lorsqu'il est allongé pendant un long moment. Pour les BMC, construit selon le référentiel cette perte de force n'excède pas les 10%. De plus, jusqu'à 6 mois d'utilisation (durée de vie d'un dispositif de compression) les BMC ne perdent pas plus de 15% de leurs propriétés.

Pour les vêtements de compression dédiés aux sportifs, la facilité d'enfilage est, après l'efficacité, un critère de choix important. Les pressions exercées par la compression sportive sont moins dégressives que pour la compression médicale, le positionnement du mollet est donc primordial. Les fabricants disposent sur les vêtements compressifs des repères afin de bien positionner le mollet. Comme pour la compression médicale, la jambe doit être propre et sèche pour faciliter l'enfilage. Les chaussettes peuvent être retournées jusqu'au talon puis il suffit d'enfiler le pied, le talon et de remonter jusque sous le creux poplité de la même façon que les BMC. Les manchons sont enfilés de la même manière, d'abord le pied puis le reste de la jambe. Les chaussettes et manchons ne doivent pas arriver trop haut dans le creux poplité au risque d'être gênants pour la pratique sportive et le confort. Une fois mis en place la matière doit être bien répartie sur la jambe en pratiquant un massage.

5.3.4.2. Entretien

Il est important de les laver très régulièrement, à chaque utilisation, pour que les vêtements de compression conservent toutes leurs propriétés mécaniques. Il est préférable de les laver à la main ou en machine dans un filet de protection à 30 ou 40 °C (selon les fabricants). Il faut privilégier une lessive douce ou neutre et proscrire les assouplissants qui risquent d'altérer la fibre. Ils doivent être séchés à plat, éloignés d'une source de chaleur. Le repassage est interdit. Les bas auto-adhésifs doivent être lavés à l'envers et la bande collante peut être lavée spécifiquement avec de l'eau et du savon pour qu'elle ne perde pas d'adhérence.

CONCLUSION

Même si les résultats des études sur les paramètres physiologiques de la course à pied ne sont pas très francs, la compression semble globalement bénéfique à la pratique de la course à pied. L'activation des chaînes musculaires et articulaires des membres inférieurs, entraînée par la course à pied, favorise le flux sanguin. En pratiquant une activité physique d'endurance, les masses musculaires et les capacités respiratoires augmentent ce qui favorise également le retour veineux. Cependant, la répétition de courses sur sols durs ou à une intensité trop élevée peut être à l'origine de lésions des parois veineuses.

Les études sur l'efficacité de la compression sont nombreuses mais les méthodologies très variées, les résultats sont donc très hétérogènes et l'efficacité de la compression sur les sportifs n'est donc toujours pas prouvée. Pourtant des effets tels que la diminution de la fatigue, des douleurs ou des œdèmes semblent se distinguer lorsque la compression est portée après l'effort pendant suffisamment longtemps.

Les sportifs qui portent de la compression sont de plus en plus nombreux, ils en utilisent à tous les âges, quel que soit leur sexe ou leur niveau. Ce sont les athlètes masters et les hommes qui en portent le plus. Les sportifs continuent à utiliser de la compression pendant leur effort, plus qu'après d'ailleurs, et les effets ressentis correspondent aux effets qu'ils recherchent : une amélioration de la récupération, du confort et de l'endurance, une diminution des crampes et des courbatures. Tous ces effets peuvent être liés à l'oxygénation des muscles et à l'élimination des déchets métaboliques, autrement dit, à une amélioration du flux sanguin et du retour veineux mais également au maintien apporté par la compression qui en diminuant les ballotements des muscles du mollet diminue les microlésions et les douleurs. La majorité des achats de compression sportive se fait en magasin de sport où la vente est réalisée sans aucun conseil. Or, la compression médicale possède des contre-indications applicables à la compression sportive, dont les pressions sont très peu précisées mais proche d'une classe II. De plus, les sportifs ont tendance à négliger tout ce qui fait la pratique du sport hormis la performance, la majorité des coureurs non professionnels se concentrent uniquement sur l'effort en lui-même. Le pharmacien pourrait donc à l'occasion de la délivrance de compression sportive accompagner le patient dans sa pratique et lui prodiguer des conseils simples sur la préparation, l'hydratation et l'importance de la récupération. Le pharmacien d'officine pourrait prendre un rôle dans l'accompagnement de ses patients vers les bonnes pratiques sportives.

BIBLIOGRAPHIE

1. HAS (Haute autorité de santé), Gobin J-P. La compression médicale dans les affections veineuses chroniques. *Annales de Dermatologie et de Vénéréologie*. 2011;140(5):393-6.
2. Pironet A. Méthodes d'identification des paramètres dans un modèle du système cardiovasculaire [Internet] [Mémoire de master en ligne]. [Liège]: Université de Liège; 2011 [cité 16 févr 2020]. Disponible sur: <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/105706/1/TFE.pdf>
3. Campbell N, Reece J. *Biologie*. 9e éd. Pearson France; 2012. 1400 p. (Apprendre toujours).
4. Ma Formation Officinale, Davinoy M, Cornu-Thenard A, Perdreau G. Insuffisance veineuse chronique. *Ma formation officinale*; 2016 déc p. 20.
5. I.U.E (International Union of Endovascular). Nouvelle technique endovasculaire, endoveineuse par une injection d'un adhésif colle = VenaSealTM – International Union Of Endovascular [Internet]. [cité 14 mai 2019]. Disponible sur: <http://endovascularshop.com/nouvelle-technique-endovasculaire-endoveineuse-par-une-injection-dun-adhesif-colle-venaseal/>
6. Seguy A. La maladie veineuse: traitement par compression médicale et conseils à l'officine [Internet] [Thèse d'exercice]. [Bordeaux]: Université de Bordeaux; 2014 [cité 16 mai 2019]. Disponible sur: <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01110578/document>
7. Dagreada A. La pompe musculaire du mollet: « coeur » du système veineux - Rôle du cycle musculaire systole-diastole. *Phlébologie*. 2009;62(4):53-7.
8. Physio Ch 2-3 Les systèmes vasculaires [Internet]. Coproweb. [cité 4 déc 2020]. Disponible sur: <http://coproweb.free.fr/pagphy/physioan/ch2s3.htm>
9. Vignon P. Retour veineux et débit cardiaque [Internet]. Présentation présenté à; 2018 juin 2 [cité 6 juin 2019]; Limoges. Disponible sur: https://nanopdf.com/download/retour-veineux-et-debit-cardiaque-2_pdf

10. Uhl J-F, Bertier C, PrevotEAU C, Gillot C. La pompe veineuse plantaire : Anatomie et hypothèses physiologiques. *Phlébologie*. 2009;62(1):9-18.
11. Baudouy D. Le retour veineux [Internet]. Cours aux L2 présenté à; 2012 oct 20 [cité 7 févr 2019]; Nice. Disponible sur: <https://www.decitre.fr/media/pdf/feuillete/9/7/8/2/8/0/7/3/9782807306080.pdf>
12. C.H.I.V.A (Cure Conservatrice et Hémodynamique de l'Insuffisance Veineuse en Ambulatoire), Negro D. Veines des membres inférieurs [Internet]. Stratégie C.H.I.V.A. 2011 [cité 10 mars 2019]. Disponible sur: <http://www.chivatechnique.com/comment-fonctionnent-les-veines>
13. Koenig M. Insuffisance veineuse chronique, amélioration en matière d'orthèse compressive et impact sur l'observance [Internet] [Thèse de doctorat en pharmacie]. [Nancy]: Université Henri Poincaré - Nancy1; 2018 [cité 10 mars 2019]. Disponible sur: <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01732882/document>
14. Maggisano R. Le système veineux [Internet]. Ontario: Tribunal d'appel de la sécurité professionnelle et de l'assurance contre les accidents du travail; 2014 oct [cité 16 févr 2020] p. 22. Disponible sur: <http://www.wsiat.on.ca/french/mlo/fvenous.htm>
15. [PDF] Sistem Kardiovaskuler COR (JANTUNG) - Free Download PDF [Internet]. [cité 4 déc 2020]. Disponible sur: https://nanopdf.com/download/sistem-kardiovaskuler-cor-jantung_pdf
16. Brand FN, Dannenberg AL, Abbott RD, Kannel WB. The epidemiology of varicose veins: the Framingham Study. *Am J Prev Med*. avr 1988;4(2):96-101.
17. Cazaubon M. Maladie veineuse chronique en cas de surcharge pondérale : que faire ? Réalités en nutrition et en diabétologie [Internet]. sept 2011 [cité 21 mai 2019];(35). Disponible sur: <http://www.realites-cardiologiques.com/wp-content/uploads/sites/2/2011/10/Cazaubon.pdf>
18. Maquet T. Sport, Santé et Préparation Physique n°44 [Internet]. Paris: Université Paris 12 - Conseil général du Val-de-Marne; 2016 sept [cité 21 mai 2019] p. 5. Disponible sur: <http://s2.e-monsite.com/2010/04/16/6500979744-pdf.pdf>

19. Perrin M. Classification et scores de sévérité des affections veineuses chroniques. In: Maladie veineuse chronique [Internet]. Elsevier; 2015 [cité 5 janv 2020]. p. 9-15. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9782294744907000022>
20. Netgen, Glauser F, Codreanu A, Tribout B, Mazzolai L, Depairon M. Prévention de la maladie veineuse chronique : quels conseils donner à nos patients ? Rev Med Suisse. 2012;8:306-10.
21. Chardonneau J-M. Varices réticulaires et des télangiectasies. Une proposition de score en transillumination. Phlébologie. 2012;65:27-32.
22. Varicosité [Internet]. Obella esthétique de pointe. [cité 5 juin 2019]. Disponible sur: <http://www.obellaesthetique.com/2018/06/11/varicosite/>
23. Veines jambes : quels sont les traitements possibles ? [Internet]. Les cours Mauro. [cité 5 juin 2019]. Disponible sur: <http://www.lescoursmauro.fr/sante/veines-jambes-comment-y-remedier.html>
24. Gonflement des jambes : Les causes ? Symptômes ? Traitements ? [Internet]. Santé Science. [cité 5 juin 2019]. Disponible sur: <https://www.santescience.fr/symptomes/gonflement-des-jambes/>
25. Varices : SOS-Vaisseaux.com [Internet]. SOS-Vaisseaux. [cité 5 juin 2019]. Disponible sur: <http://www.sos-vaisseaux.com/wp/?p=2242>
26. Pierard E. Eczéma de stase, eczéma variqueux [Internet]. Dermatologie. 2003 [cité 5 juin 2019]. Disponible sur: <http://dermatologie.free.fr/cas105re.htm>
27. UMFV (Université Médicale Virtuelle Francophone). Item 204 : Grosse jambe rouge aiguë [Internet]. Campus dermatologie. 2011 [cité 5 juin 2019]. Disponible sur: http://campus.cerimes.fr/dermatologie/enseignement/dermato_31/site/html/2_3.html
28. Atrophie Blanche Associated with Venous Insufficiency [Internet]. Allure Medical. 2018 [cité 5 juin 2019]. Disponible sur: <https://www.alluremedical.com/atrophie-blanche-associated-venous-insufficiency/>
29. Henry J-Y. Ulcère variqueux [Internet]. Médecine Intégrée. 2008 [cité 5 juin 2019]. Disponible sur: <https://www.medecine-integree.com/ulcere-variqueux/>

30. Jeanneret C, Baldi T, Jenelten R. La thrombophlébite superficielle : une vue d'ensemble. Forum Med Suisse. 22 févr 2006;6(08):190-5.
31. Pierard E. Phlébite superficielle [Internet]. Dermatologie. 2009 [cité 5 juin 2019]. Disponible sur: https://wikige.fandom.com/wiki/Phl%C3%A9bite_superficielle
32. Boukinda F, Planchon B, Okondza J. La thrombophlébite profonde des membres inférieurs : Une curiosité clinique en Afrique noire. Médecine d'Afrique Noire. 1996;43(2):61-5.
33. L'Assurance Maladie. Phlébite : symptômes et diagnostic [Internet]. Amélie. [cité 5 juin 2019]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/phlebite/symptomes-diagnostic-evolution>
34. Embolie pulmonaire [Internet]. Mon Cardiologue. 2012 [cité 5 juin 2019]. Disponible sur: <https://moncardiologue.com/cardiologue/medecine/embolie-pulmonaire/>
35. Waser A-M. Du stade à la ville : réinvention de la course à pied. Les Annales de la recherche urbaine. 1998;79(1):58-68.
36. Marathon de Paris. Chiffres Clés [Internet]. Schneider Electric, Marathon de Paris. 2019 [cité 18 févr 2020]. Disponible sur: <https://www.schneiderelectricparismarathon.com/fr/l-evenement/chiffres-cle>
37. Fédération Française d'Athlétisme. Enquête : La course à pied à l'étude [Internet]. Athlé (Fédération française d'athlétisme). 2014 [cité 15 nov 2019]. Disponible sur: <https://www.athle.fr/asp.net/main.news/news.aspx?newsid=11782>
38. Garnier, Delamare. Dictionnaire illustré des termes de médecine. In: Dictionnaire illustré des termes de médecine. 30^e éd. Paris: Maloine; 2009. p. 1054.
39. Dubuis L. Biomécanique des tissus mous de la jambe humaine sous compression élastique [Internet] [Thèse de doctorat en mécanique et ingénierie]. [Saint-Etienne]: Ecole Nationale Supérieure des Mines; 2011 [cité 4 juin 2019]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00716423/document>
40. Le muscle : anatomie et types [Internet]. Tout sur la sarcopénie. [cité 5 juin 2019]. Disponible sur: <http://www.toutsurlasarcopenie.fr/muscle/>

41. Carlson D. Muscle Contraction Diagram (labeled) [Internet]. [cité 5 juin 2019]. Disponible sur: [https://www.sciencesource.com/archive/Muscle-Contraction-Diagram-\(labeled\)-SS21310341.html](https://www.sciencesource.com/archive/Muscle-Contraction-Diagram-(labeled)-SS21310341.html)
42. Académie Française 9ème édition. Définition de MYOGLOBINE [Internet]. CNRTL (Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales). [cité 13 juin 2019]. Disponible sur: <https://www.cnrtl.fr/definition/academie9/myoglobine>
43. MARIEB EN, HOEHN K. Anatomie et physiologie humaines. Traduction de la 4ème édition américaine. De Boeck; 1999. 1194 p.
44. MARIEB EN. Biologie humaine, Principes d'anatomie et de physiologie. 8ème. PEARSON; 2008. 708 p.
45. La respiration cellulaire [Internet]. Révision du bac STAV. 2015 [cité 13 juin 2019]. Disponible sur: <http://revisionsstav15.canalblog.com/archives/2015/03/20/31743750.html>
46. Gandevia SC. Spinal and Supraspinal Factors in Human Muscle Fatigue. *Physiol Rev.* 10 janv 2001;81(4):1725-89.
47. Froyd C, Millet GY, Noakes TD. The development of peripheral fatigue and short-term recovery during self-paced high-intensity exercise. *J Physiol.* 2013;591(5):1339-46.
48. Lauzon C. L'évolution de la course à pied en endurance et ses impacts sur le corps humain [Internet]. Montréal; 2013 [cité 21 mai 2019]. Disponible sur: https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/10189/Lauzon_et_al_2013_travaildirige.pdf?sequence=1
49. Bacher S. L'économie de mouvement en course à pied : comparaison entre mesures objectives et évaluations subjectives par l'entraîneur spécialisé [Internet] [Mémoire de maîtrise en médecine]. [Lausanne]: Université de Lausanne; 2014 [cité 13 juin 2019]. Disponible sur: https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_903D59DFA997.P001/REF.pdf
50. Cometti G. Les limites du stretching pour la performance sportive. « Intérêt des étirements avant et après la performance ». *Revue EPS.* déc 2003;(304):29-34.

51. Hausswirth C, Bieuzen F, Barbiche E, Brisswalter J. Réponses physiologiques liées à une immersion en eau froide et à une cryostimulation-cryothérapie en corps entier : effets sur la récupération après un exercice musculaire. *Science & Sports*. 1 juill 2010;25(3):121-31.
52. Bacquaert P. Déchirure musculaire, élongation, claquage : diagnostic et traitement [Internet]. IRBMS (Institut de Recherche du Bien-être de la Médecine et du Sport Santé). 2018 [cité 2 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.irbms.com/dechirure-musculaire/>
53. Laurent C, Laurent L, Kaux J-F. Les crampes musculaires associées aux exercices (CMAE) : revue de littérature. *Journal de Traumatologie du Sport*. juin 2018;35(2):115-9.
54. INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale). Activité Physique, Contextes et effets sur la santé [Internet]. Paris: INSERM; 2008 [cité 21 mai 2019]. 147 p. (Expertise collective; vol. XV). Disponible sur: <http://hdl.handle.net/10608/98>
55. Meyer O. Sports, exercice et système immunitaire [Internet]. Congrès « Sport et Appareil Locomoteur »; 2005 janv 28 [cité 26 mai 2019]; Paris. Disponible sur: <http://www.rhumatologie-bichat.com/Congres%202005/Meyer.pdf>
56. Le Goux P, Levasseur R. Activité physique et ostéoporose. *Réalités en rhumatologie*. avr 2014;(58):33-40.
57. Matos MGD, Calmeiro L, Fonseca DD. Effet de l'activité physique sur l'anxiété et la dépression. *La Presse Médicale*. 2009;38:734-9.
58. Friedenreich CM, Orenstein MR. Physical activity and cancer prevention: etiologic evidence and biological mechanisms. *J Nutr*. 2002;132(11 Suppl):3456S-3464S.
59. Beliard S. Exercice, veines et maladie veineuse chronique: effets del'exercice et des conditions de récupération [Internet] [Thèse de doctorat de Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives]. [Besançon]: Université bourgogne Franche-comte; 2017 [cité 6 janv 2020]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02401441/document>

60. Convertino VA. Blood Volume Response to Physical Activity and Inactivity. *The American Journal of the Medical Sciences*. juill 2007;334(1):72-9.
61. Chantemèle EB de, Pascaud L, Custaud M-A, Capri A, Louisy F, Ferretti G, et al. Calf venous volume during stand-test after a 90-day bed-rest study with or without exercise countermeasure. *The Journal of Physiology*. 2004;561(2):611-22.
62. Schnohr P, O’Keefe JH, Marott JL, Lange P, Jensen GB. Dose of Jogging and Long-Term Mortality: The Copenhagen City Heart Study. *Journal of the American College of Cardiology*. 10 févr 2015;65(5):411-9.
63. Laukkanen JA, Rauramaa R, Mäkikallio TH, Toriola AT, Kurl S. Intensity of leisure-time physical activity and cancer mortality in men. *British Journal of Sports Medicine*. 1 févr 2011;45(2):125-9.
64. Louis J, Nosaka K, Brisswalter J. L’athlète master d’endurance, un modèle de vieillissement réussi. *Science & Sports*. avr 2012;27(2):63-76.
65. Williams PT, Thompson PD. Walking vs running for hypertension, cholesterol, & diabetes risk reduction. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. mai 2013;33(5):1085-91.
66. ONAPS (Observatoire National de l’Activité Physique et de la Sédentarité). Chiffres clés [Internet]. ONAPS. [cité 1 déc 2019]. Disponible sur: <http://www.onaps.fr/chiffres-cles/>
67. Bacquaert P. Les risques de la pratique de la course sur route [Internet]. IRBMS (Institut de Recherche du Bien-être de la Médecine et du Sport Santé). 2015 [cité 31 janv 2019]. Disponible sur: <https://www.irbms.com/les-risques-de-la-pratique-du-jogging-et-de-la-course-a-pied/>
68. Véléa D. L’addiction à l’exercice physique. *Psychotropes*. 2002;8(3-4):39-46.
69. Garcia Hejl C, Garcin J-M, Garcia C, Bigaillon C, Ceppa F, Burnat P. Addiction au sport et anorexie. *Pathologie Biologie*. févr 2008;56(1):43-5.
70. Couzan S. Le sportif : un insuffisant veineux potentiel. *Cardio & Sport*. 2006;8:7-20.
71. Couzan DS, Pouget J-F. Apport de la compression progressive (BV Sport®) appliquée aux sportifs. *Médecine du sport*. :18-20.

72. La contention et la compression veineuse [Internet]. Société Française de Phlébologie. 2014 [cité 12 sept 2019]. Disponible sur: <https://www.sf-phlebologie.org/la-contention-et-la-compression-veineuse/>
73. Mutel S, Benigni J-P. LA compression chez le sportif : du concept à la réalité. Effets des vêtements de compression sur les performances sportives et la récupération après l'effort. *Phlébologie*. 2014;67(4):66-77.
74. Gineste F. La compression chez le sportif, conseil à l'officine [Internet] [Thèse de doctorat en pharmacie]. [Marseille]: Aix-Marseille Université; 2018 [cité 10 sept 2019]. Disponible sur: <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01827385/document>
75. Rastet D. Guide pratique de la compression par bas et bandes des affections veineuses des membres inférieurs [Internet]. Version 1 présenté à: Sociétés savante et formation; 2010 déc [cité 17 sept 2019]; Lyon. Disponible sur: <http://drrastel.fr/Doc-medicaux/GuidePratiqueCompression-i.pdf>
76. Ferrandez J-C, Bouchet J-Y, Richaud C, Theys S. Recommandations kinésithérapiques basées sur les faits du traitement des lymphœdèmes des membres. *Kinésithér Scient*. 2012;534:17-31.
77. Uhl JF, Lun B. Action physique et effets physiologiques des bas médicaux de compression : signification de la notion « pression de travail - pression de repos ». *Phlébologie*. 2008;61(1):29-41.
78. HAS (Haute autorité de santé). Dispositifs de compression médicale à usage individuel utilisation en pathologies vasculaires. *Journal des Maladies Vasculaires*. 2011;36(3):174-84.
79. Uhl J-F, Benigni J-P, Cornu-Thenard A, Fournier J, Blin E. Relationship between medical compression and intramuscular pressure as an explanation of a compression paradox. *Phlebology*. juin 2015;30(5):331-8.
80. Perrin G. Chaussettes de compression en usage sportif : réel intérêt ou dérive marketing? Master ski de fond [Internet]. 2011 [cité 3 déc 2019]; Disponible sur: <http://masterskidefond.fr/medical/pdf/chaussettes-compression.pdf>

81. Allaert FA. Le port d'un manchon de compression élastique progressive/sélective (15 à 20 mmHg) BV SPORT durant l'effort accélère la récupération après l'effort et favorise l'entraînement. *Phlébologie*. 2017;70(1):1-8.
82. Matkowski B, Lepers R, Ponce A, Lun B, Da Palma F. Etude Compression et Performance. Dijon: Sigvaris & Université de Bourgogne; 2011 p. 20. (Sigvaris & Université de Bourgogne). Report No.: 2.
83. Girardin J. Evaluation de l'apport du froid associé à la compression par chaussette, F+C*, dans la phase de récupération du sportif. Sigvaris; 2010 oct p. 11. Report No.: 2.
84. Bieuzen F, Brisswalter J, Easthope C, Vercruyssen F, Bernard T, Hausswirth C. Effect of Wearing Compression Stockings on Recovery after Mild Exercise-Induced Muscle Damage. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. mars 2014;9(2):256-64.
85. Born D-P, Sperlich B, Holmberg H-C. Bringing Light into the Dark: Effects of Compression Clothing on Performance and Recovery. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. janv 2013;8(1):4-18.
86. Hill J, Howatson G, van Someren K, Leeder J, Pedlar C. Compression garments and recovery from exercise-induced muscle damage: a meta-analysis. *Br J Sports Med*. sept 2014;48(18):1340-6.
87. Vargo L, Sanderson S. Compression Stockings and Aerobic Exercise: A Meta-Analysis. *Sport and Art*. 2014;2(4):68-73.
88. Dupuy O, Douzi W, Theurot D, Bosquet L, Dugué B. An Evidence-Based Approach for Choosing Post-exercise Recovery Techniques to Reduce Markers of Muscle Damage, Soreness, Fatigue, and Inflammation: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Front Physiol* [Internet]. 26 avr 2018 [cité 7 janv 2020];9(403). Disponible sur:
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2018.00403/full?dom=pscau&src=syn>
89. Goh SS, Laursen PB, Dascombe B, Nosaka K. Effect of lower body compression garments on submaximal and maximal running performance in cold (10°C) and hot (32°C) environments. *Eur J Appl Physiol*. 1 mai 2011;111(5):819-26.

90. Dascombe BJ, Hoare TK, Sear JA, Reaburn PR, Scanlan AT. The Effects of Wearing Undersized Lower-Body Compression Garments on Endurance Running Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. juin 2011;6(2):160-73.
91. Ali A, Caine MP, Snow BG. Graduated compression stockings: Physiological and perceptual responses during and after exercise. *Journal of Sports Sciences*. 15 févr 2007;25(4):413-9.
92. Kemmler W, Stengel S von, Köckritz C, Mayhew J, Wassermann A, Zapf J. Effect of Compression Stockings on Running Performance in Men Runners. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. janv 2009;23(1):101-5.
93. Creasy R. Performance, Physiological, and Perceptual Effects of Wearing Graduated Compression Stockings During Running [Internet] [Thesis for Master of Science in Sport and Exercise Science]. [Auckland (New Zealand)]: Massey University; 2008 [cité 14 févr 2020]. Disponible sur:

<https://mro.massey.ac.nz/bitstream/handle/10179/866/?sequence=1>
94. Ali A, Creasy RH, Edge JA. Physiological effects of wearing graduated compression stockings during running. *Eur J Appl Physiol*. 1 août 2010;109(6):1017-25.
95. Sperlich B, Haegle M, Krüger M, Schiffer T, Holmberg H-C, Mester J. Cardio-respiratory and metabolic responses to different levels of compression during submaximal exercise. *Phlebology*. avr 2011;26(3):102-6.
96. Duffield R, Cannon J, King M. The effects of compression garments on recovery of muscle performance following high-intensity sprint and plyometric exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*. janv 2010;13(1):136-40.
97. Bringard A, Perrey S, Belluye N. Aerobic Energy Cost and Sensation Responses During Submaximal Running Exercise - Positive Effects of Wearing Compression Tights. *Int J Sports Med*. mai 2006;27(5):373-8.
98. Scanlan AT, Dascombe BJ, R.J. Reaburn P, Osborne M. The Effects of Wearing Lower-Body Compression Garments During Endurance Cycling. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. déc 2008;3(4):424-38.

99. French DN, Thompson KG, Garland SW, Barnes CA, Portas MD, Hood PE, et al. The Effects of Contrast Bathing and Compression Therapy on Muscular Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. juill 2008;40(7):1297–1306.
100. Chatard J-C, Atlaoui D, Farjanel J, Louisy F, Rastel D, Guezennec C-Y. Elastic stockings, performance and leg pain recovery in 63-year-old sportsmen. *Eur J Appl Physiol*. déc 2004;93(3):347-52.
101. Ménétrier A, Mourot L, Bouhaddi M, Regnard J, Tordi N. Compression Sleeves Increase Tissue Oxygen Saturation But Not Running Performance. *Int J Sports Med*. nov 2011;32(11):864-8.
102. Jakeman JR, Byrne C, Eston RG. Lower limb compression garment improves recovery from exercise-induced muscle damage in young, active females. *Eur J Appl Physiol*. août 2010;109(6):1137-44.
103. Montgomery PG, Pyne DB, Cox AJ, Hopkins WG, Minahan CL, Hunt PH. Muscle damage, inflammation, and recovery interventions during a 3-day basketball tournament. *European Journal of Sport Science*. sept 2008;8(5):241-50.
104. Mayberry JC, Moneta GL, Frang RDD, Porter JM. The influence of elastic compression stockings on deep venous hemodynamics. *Journal of Vascular Surgery*. 1 janv 1991;13(1):91-100.
105. Beliard S, Chauveau M, Moscatiello T, Cros F, Ecarnot F, Becker F. Compression Garments and Exercise: No Influence of Pressure Applied. *J Sports Sci Med*. 27 janv 2015;14(1):75-83.
106. Lussiana T, Terrillon A, Raynaud J-L, Tordi N, Mourot L, Ménétrier A. Effet dose-réponse de la compression élastique sur les vibrations musculaires. *Science & Sports*. avr 2015;30(2):101-4.
107. Castilho Junior OT, Dezotti NRA, Dalio MB, Joviliano EE, Piccinato CE. Effect of graduated compression stockings on venous lower limb hemodynamics in healthy amateur runners. *Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders*. janv 2018;6(1):83-9.

108. Leyk D, Erley O, Ridder D, Leurs M, Rütther T, Wunderlich M, et al. Age-related Changes in Marathon and Half-Marathon Performances. *Int J Sports Med.* juin 2007;28(6):513-7.
109. da Fonseca-Engelhardt K, Knechtle B, Rüst CA, Knechtle P, Lepers R, Rosemann T. Participation and performance trends in ultra-endurance running races under extreme conditions - 'Spartathlon' versus 'Badwater'. *Extreme Physiology & Medicine.* 1 mai 2013;2(1):15.
110. INSEE (Institut national de la statistique et des études économiques). Pratiques physiques ou sportives des femmes et des hommes : des rapprochements mais aussi des différences qui persistent. INSEE Première [Internet]. nov 2017 [cité 8 oct 2019];1675. Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3202943>
111. Facebook de plus en plus délaissé par la jeune génération ? [Internet]. Pubosphere Media institute. 2018 [cité 21 nov 2019]. Disponible sur: <https://pubosphere.fr/facebook-de-plus-en-plus-delaisses-par-la-jeune-generation/>
112. Houghton LA, Dawson B, Maloney SK. Effects of wearing compression garments on thermoregulation during simulated team sport activity in temperate environmental conditions. *Journal of Science and Medicine in Sport.* mars 2009;12(2):303-9.
113. Rante A. Le rôle et les conseils du Pharmacien face aux pathologies du pied chez le coureur de fond [Internet] [Thèse de doctorat en pharmacie]. [Nancy]: Université de Lorraine; 2013 [cité 25 nov 2019]. Disponible sur: <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01733512/document>
114. Jean-Baptiste J, Hermieu J-F. Fuites urinaires et sport chez la femme. *Progrès en Urologie.* juill 2010;20(7):483-90.
115. Kemoun G. Activité physique en pathologie vasculaire : indications et contre-indications. *EMC - Cardiologie-Angéiologie.* août 2005;2(3):351-7.
116. Sigvaris. Catalogue produits Sigvaris. Médical - Bien-être - Sport [Internet]. 2016 [cité 20 févr 2020]. 156 p. (Catalogues). Disponible sur: https://www.sigvaris.com/sites/default/files/catalogue_produits_sigvaris_0.pdf

117. L'Assurance Maladie. Comment utiliser et entretenir vos bas ou collants de compression ? [Internet]. Amélie. 2019 [cité 13 sept 2019]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/assure/sante/bons-gestes/quotidien/utiliser-bas-collants-compression>

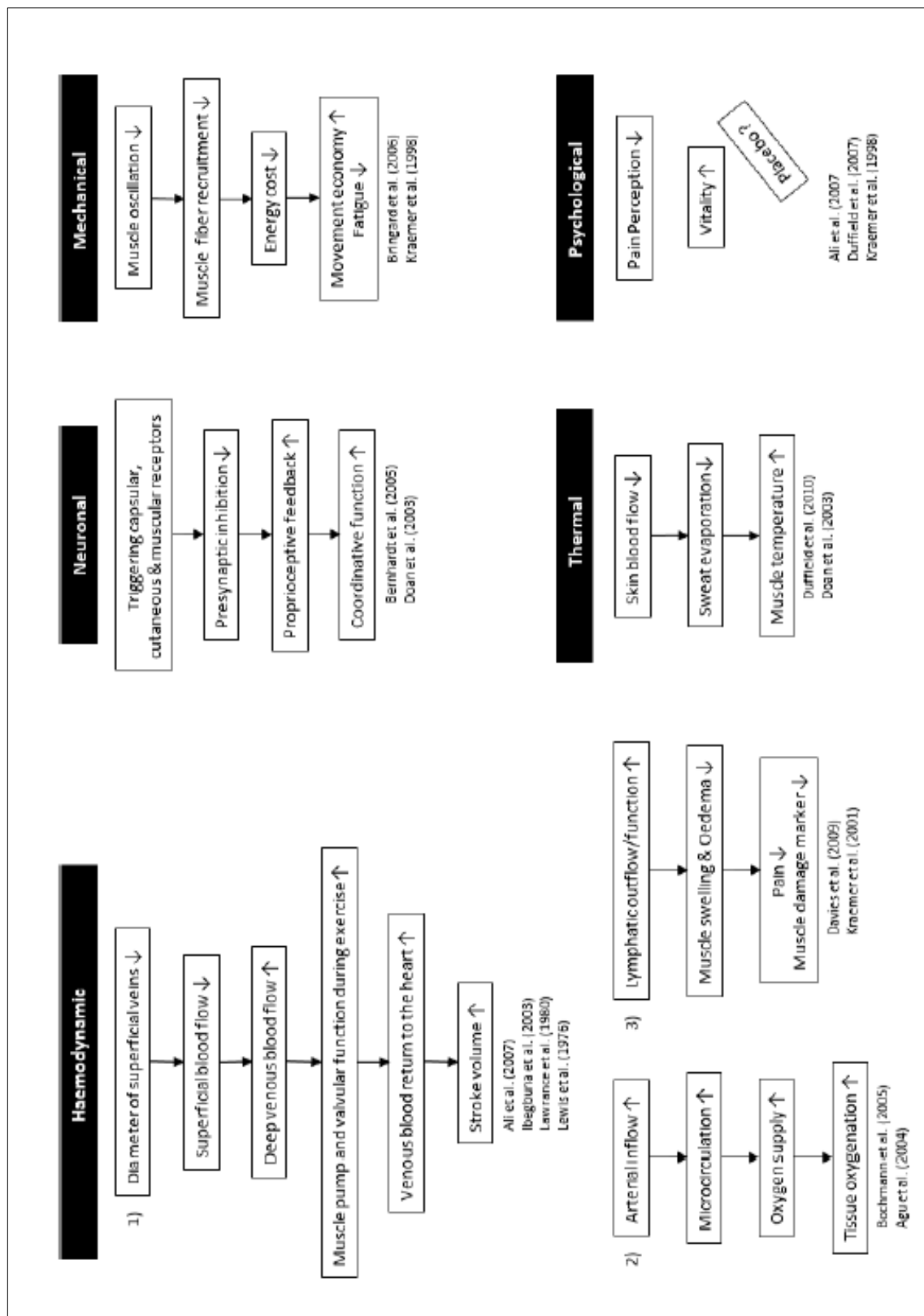
ANNEXES

Annexe 1 : Mécanismes biologiques pouvant être impliqués dans l'association entre activité physique et cancer.

TABLE 2		
<i>Biological mechanisms that may be involved in the association between physical activity and cancer¹</i>		
Cancer site	Possible mechanisms involved	Rationale
Colon	Decreased gastrointestinal transit time Decreased ratio of prostaglandins Lowered bile acid secretion or enhanced acid metabolism	Physical activity increases gut motility and reduces mucosal exposure time to carcinogens. Strenuous exercise may increase prostaglandin (PG) F ₂ , which inhibits colonic cell proliferation and increases gut motility while not increasing PGE ₂ , which affects colonic cell proliferation, opposite to the effect of PGF ₂ . Bile acid concentrations may be decreased in physically active (confounding by diet?) persons.
Breast	Decreased lifetime exposure to estrogen	Physical activity delays menarche, reduces the number of ovulatory cycles, and reduces ovarian estrogen production. It also reduces body fat and could reduce fat-produced estrogens. It increases the production of sex hormone-binding globulin, resulting in less biologically available estrogen.
Prostate	Reduced exposure to testosterone	Physical activity increases production of sex hormone-binding globulin, resulting in lower levels of free testosterone.
All cancers, especially breast, endometrial and ovarian	Decreased percent body fat	Obese women have increased infertility, which may increase breast cancer risk. Fat storage of carcinogens can occur in visceral fat, which can be released in overweight individuals.
All cancers	Genetic predisposition of habitually active people Exercise-induced increase in antitumor immune defenses Improved antioxidant defense systems Decreased circulating insulin and glucose Decreased insulin and insulin-like growth factors (IGFs)	Constitutional factors influence athletic selection or interest in physical activity and susceptibility to cancer. Exercise may increase number and activity of macrophages, lymphokine-activated killer cells and their regulating cytokines; it may increase mitogen-induced lymphocyte proliferation. Strenuous exercise increases the production of free radicals, whereas chronic exercise improves free radical defenses by up-regulating both the activities of free scavenger enzymes and antioxidant levels. The extent of exercise-induced changes in oxidant defenses is unknown. Increased exercise may decrease levels of insulin and bioavailable IGF-I, both of which enhance division of normal cells and inhibit cell death.

¹ Adapted from Friedenreich (154) with permission.

Annexe 2 : Ensemble des effets attribuables à la compression selon la méta-analyse de Born et al.



Annexe 3 : Ensemble des études utilisées dans chaque méta-analyse

Born et al.

Table 1 Studies Investigating the Effect of Compression Clothing on Performance and Recovery Enhancement

Study	Characteristics of Participants		Characteristics of Compression Clothing		Measure	Study protocol (occasion when compression clothing was applied)	Effects of compression clothing
	Sample size, gender, age (y)	Athletic category	Type	Applied pressure (mmHg)			
Ali et al ³⁷	12, M+F, 33 ± 10	Competitive runners (VO_{2max} 68.7 ± 6.2 mL · kg ⁻¹ · min ⁻¹)	Socks (G)	15, 21, 32	P, R	10-km TT (during exercise)	TT↔, La↓, CP↑↓, jump↑↓, RPE↑↓, VO_{2max} ↑, TTE↔, VO_2 ↑↓, La↓, CP↔
Dascombe et al ³²	11, M, 28 ± 10	Well-trained runners and triathletes (VO_{2max} 59.0 ± 6.7 mL · kg ⁻¹ · min ⁻¹)	Tights (G)	16–22, 14–19	P	Incremental running test and TTE at 90% VO_{2max} ; Temp _{amb} : 22°C ± 2°C (during exercise)	VO_{2max} ↑, TTE↔, VO_2 ↑↓, La↓, CP↔
Spertlich et al ²	15, M, 22 ± 1	Well-trained runners and triathletes (VO_{2max} 57.2 ± 4.0 mL · kg ⁻¹ · min ⁻¹)	Socks (G)	10, 20, 30, 40	P	45-min treadmill running at 70% of VO_{2max} (during exercise)	VO_2 ↑↓, La↑↓, CP↑↓, SO_2 ↑↓, HR↑
Ali et al ³⁸	10, M, 36 ± 10	High-performance runners and triathletes (VO_{2max} 70.4 ± 6.1 mL · kg ⁻¹ · min ⁻¹)	Socks (G)	12–15, 23–32	P, R	40-min treadmill running at 80% VO_{2max} (during exercise)	VO_2 ↑↓, La↑↓, CP↑↓, RPE↑↓, jump↑↓
Cabri et al ⁴⁰	6, M, 31 ± 7	Trained runner (5000-m best time 1445 ± 233 s)	Socks		P, R	Submaximal run (5000 m) at a velocity of 85% of the 5000-m best time (during exercise, 2 min after)	La↔, CP↑
Duffield et al ³⁹	11, M, 21 ± 3	Regional rugby players (3–4 training sessions/wk and 1 game/wk)	Tights	10–30	P, R	Intermittent sprinting: 10 min (1 × 20-m sprint and 10 squat jumps/min; during exercise, 24 h after)	La↑↓, jump↑↓, sprint↑↓, DOMS↑, CK↑↓, damage marker↑↓, HR↔, pH↑
Goh et al ³³	10, M, 29 ± 10	Recreational runners (VO_{2max} 58.7 ± 2.7 mL · kg ⁻¹ · min ⁻¹)	Tights (G)	9–14	P	20 min at 1st ventilatory threshold followed by run to exhaustion at VO_{2max} at 10°C and 32°C (during exercise)	TTE↑
Jakeman et al ¹¹	8, F, 21 ± 2	Physically active (>3 times/wk)	Tights (G)	15–17	R	Intermittent jumping: 10 × 10 drop-jumps (1 jump/10 s) with 1-min rest between sets (compression 12 h after exercise)	CK↑↓
Jakeman et al ⁴⁸	8, F, 21 ± 2	Physically active (>3 times/wk)	Tights (G)	15–17	R	Intermittent jumping: 10 × 10 drop-jumps (1 jump/10 s) with 1-min rest between sets (compression 12 h after exercise)	CK↑↓
Kraemer et al ¹⁰	20, M+F, 23 ± 3	Resistance-trained (>2 y)	WBC		R	Barbell resistance-training workout: 8 exercises, 3 × 8–10-RM with 2- to 2.5-min rest between sets (compression 24 h after exercise)	DOMS↑
Rimaud et al ³	8, M, 27 ± 1	Trained athletes (VO_{2max} 53.3 ± 2.7 mL · kg ⁻¹ · min ⁻¹)	Socks (G)	12–22	P	Incremental cycling test (during exercise)	La↓
Sear et al ³⁶	8, M, 21 ± 1	Team amateur athletes (VO_{2max} 57.5 ± 3.7 mL · kg ⁻¹ · min ⁻¹)	WBC		P	45-min high-intensity interval treadmill running (during exercise)	TTE↑, VO_2 ↑↓, La↑

(continued)

Table 1 (continued)

Study	Characteristics of Participants		Characteristics of Compression Clothing		Measure	Study protocol (occasion when compression clothing was applied)	Effects of compression clothing
	Sample size, gender, age (y)	Athletic category	Type	Applied pressure (mmHg)			
Sperlich et al ²⁹	15, M, 27 ± 5	Well-trained runners and triathletes (VO _{2max} 63.7 ± 4.9 mL · kg ⁻¹ · min ⁻¹)	Socks, tights, WBC	20	P	15-min treadmill running at 70% VO _{2max} followed by running to exhaustion at v _{max} of previous incremental test (during exercise)	VO _{2max} ↑, TTE↓, VO ₂ ↑↓, La↑↓, pO ₂ ↑↓, SO ₂ ↑↓, RPE↑
Davies et al ⁴³	11, M+F, 20 ± 1	Netball and basketball, university level	Tights (G)	15	R	Intermittent jumping: 5 × 20 drop-jumps with 2-min rest between sets (compression 48 h after exercise)	Jump↑, sprint↑↓, swelling↔, DOMS↑↓, CK↓, damage marker↑↓
Higgins et al ³⁴	9, F, 23 ± 5	Elite netball players	Tights		P	Intermittent sprinting and jumping in a simulated netball game (4 × 15 min; during exercise)	TTE↑
Houghton et al ⁴¹	12, M, 21 ± 2	Field hockey, amateur (VO _{2max} 58.6 ± 5.5 mL · kg ⁻¹ · min ⁻¹)	Shorts and shirt		P, R	Intermittent sprinting: 20-m sprints in a simulated hockey game (4 × 15 min; during exercise)	Sprint↓, RPE↑↓, HR↓
Kemmler et al ³¹	21, M, 39 ± 11	Moderately trained runners (VO _{2max} 52.0 ± 6.1 mL · kg ⁻¹ · min ⁻¹)	Socks (G)	24	P	Incremental treadmill running test (during exercise)	TTE↑, VO _{2max} ↑, La↔
Silver et al ⁶	5, M, 24 ± 6	Highly strength-trained 1-RM bench press (>125% BW)	Shirt		P	1-RM bench press, quantification of vertical and horizontal bar movements (during exercise)	Motor control↑↓
Duffield et al ¹⁶	14, M, 19 ± 1	Regional rugby players	Tights		P, R	Intermittent sprinting: 10- and 20-m sprints in a simulated rugby game (4 × 15 min), temp _{amb} 16–18°C (compression 18 h after exercise)	Sprint↑, strength & power↑↓, CK↑↓, temp↑
French et al ⁴⁷	10, M, 24 ± 3	Recreational/regional soccer and rugby players	Tights (G)	10–12	R	6 × 10 parallel squats at 100% BW + 11th repetition at 1-RM (compression 12 h after exercise)	CK↑↓, damage marker↑↓
Montgomery et al ⁴⁴	10, M, 19 ± 2	Regional basketball players training 8–10 h/wk	Tights	18	R	3-day tournament with one 48-min game each day (compression 18 h after exercise)	Jump↑, sprint↓
Montgomery et al ⁴⁵	10, M, 19 ± 2	Regional basketball players training 8–10 h/wk	Tights	18	R	3-day tournament with one 48-min game each day (compression 18 h after exercise)	Swelling↑, DOMS↑
Scanlan et al ⁴	12, M, 21 ± 4	Amateur cyclists (VO _{2max} 55.2 ± 6.8 mL · kg ⁻¹ · min ⁻¹)	Tights (G)	9–20	P	1-h time trial (on cycling ergometer; during exercise)	VO _{2max} ↓, La↑↓

Ali et al ¹²	14, M, 22 ± 1	Amateur runners: (1) $\text{VO}_{2\text{max}}$ 56.1 ± 0.4 mL · kg ⁻¹ · min ⁻¹ , (2) $\text{VO}_{2\text{max}}$ 55.0 ± 0.9 mL · kg ⁻¹ · min ⁻¹	Socks (G)	18–22	P, R	2 × 20-m shuttle-runs (separated by 1 h) and 10-km TT (road run; during exercise)	TT↓, RPE↔, DOMS↔, HR↔,
Duffield et al ⁷	10, M, 22 ± 1	Regional cricket players	WBC		P, R	Maximal-distance throwing, throwing accuracy, and intermittent sprinting: 20-m sprints/min for 30 min. Temp _{amb} 15°C ± 3°C (during exercise, 24 h after)	La↑, SO ₂ ↓, pO ₂ ↓, sprint↑↓, strength & power↑, RPE↓, HR↑, pH↓, CK↑, temp↑
Bringard et al ¹	6, M, 31 ± 5	Well-trained runners ($\text{VO}_{2\text{max}}$ 60.9 ± 4.4 mL · kg ⁻¹ · min ⁻¹)	Tights		P, R	Energy cost at 10, 12, 14, 16 km/h (temp _{amb} 31°C) and 15-min treadmill running at 80% $\text{VO}_{2\text{max}}$. Temp _{amb} 23.6°C (during exercise)	$\text{VO}_{2\text{max}}$ ↓, RPE↑, temp↑
Maton et al ³⁵	15, M, 32 ± 6	Healthy (type of sport not specified)	Stockings (G)	15–21	P, R	Maintaining 50% of 1-RM ankle dorsiflexion to exhaustion (during exercise, 10 min after)	TTE↓, strength & power↑
Trendell et al ⁴⁶	11, M, 21 ± 3	Recreational athletes (type of sport not specified)	Stockings (G)		R	30-min downhill treadmill walking (6 km/h, 25% grade; compression 48 h after exercise)	DOMS↑, damage marker↑↓
Bernhardt et al ³⁰	13, M+F, 26 ±	Healthy active students (type of sport not specified)	Shorts		P, R	Active range of motion, agility test, balance test, joint-angle replication; 20-m sprint, vertical jump; 20-m shuttle run (during exercise)	$\text{VO}_{2\text{max}}$ ↔, jump↔, sprint↑, motor control↓
Kraemer et al ⁴²	18, M+F, 21 ± 3	University volleyball players	Shorts		P	10 consecutive countermovement jumps (during exercise)	Jump↑↓
Berry et al ¹⁵	6, M, 23 ± 5	Well-trained: (1) $\text{VO}_{2\text{max}}$ 52.8 ± 8.0 mL · kg ⁻¹ · min ⁻¹ , (2) $\text{VO}_{2\text{max}}$ 59.9 ± 6.8 mL · kg ⁻¹ · min ⁻¹	Socks (G)	8–18	P	Incremental treadmill running test to determine $\text{VO}_{2\text{max}}$ and 3 min at 110% $\text{VO}_{2\text{max}}$ (on cycling ergometer; during exercise)	$\text{VO}_{2\text{max}}$ ↑, TT↔

Abbreviations: M, male; F, female; VO_2 , oxygen uptake; G, graduated; P, performance; R, recovery; TT, time trial; ↔, no effect from compression; ↓, negative effect from compression; CP, cardiac parameters (HR, cardiac output, cardiac index, stroke volume); ↑↓, contradictory results: positive, as well as negative, effects from compression; RPE, rating of perceived exertion; temp_{amb}, ambient temperature; ↑, a positive effect from compression; TTE, time to exhaustion; SO_2 , oxygen saturation; HR, heart rate; jump, vertical-jump exercise; Sprint, short-duration sprinting; DOMS, delayed onset of muscle soreness; CK, creatine kinase; damage marker, additional muscle damage marker; WBC, whole-body compression; 1-RM, 1-repetition maximum; pO₂, oxygen partial pressure; Swelling, muscle swelling; strength & power, strength and power exercise; temp, body temperature; BW, body weight.

Hill et al.

Table 1 Summary of the literature included in the meta-analysis

Author(s)	Participant cohort (training status, gender, number)	Exercise intervention	Type of compression garment	Timing and duration of application	Outcome variables and measurement times (h)
Carling <i>et al</i> ¹⁷	23 college students n=7 males, n=16 females	70 eccentric contractions of non-dominant elbow flexors	Compression sleeve extending from deltoid insertion to wrist (Brecon Inc, Talladega, AL) 17 mm Hg	72 h postintervention	DOMS (24, 48, 72) Peak concentric torque (24, 48, 72)
Davies <i>et al</i> ¹⁰	Female University team netball players n=7 Male University team basketball players n=4	5x20 drop jumps	Compression tights (Linebreak) 15 mm Hg	48 h postintervention	DOMS (24, 48) CMJ (48) 5 m sprint (48) 10 m sprint (48)
Duffield <i>et al</i> ¹⁸	Male club and regional standard rugby players n=11	10 m x 20 m sprints and 100 SSC bounds	Lower body (Bioslyx, Salzenger, Australia)	During and 24 h postintervention	Peak quadriceps extension force (24) Peak flexion of hamstrings (24) Knee extensor peak twitch force (24) CK (24)
Duffield <i>et al</i> ²⁷	Club standard rugby players n=14	Simulated team game	Lower body (Skins, Sydney, Australia)	During and 15 h postintervention	DOMS (24) Peak power (24) CK (24)
Duffield and Portus ³⁶	Male club level cricket players n=10	30-min intermittent, repeated sprint test	Whole body (3 different brands; Skins, Sydney, Australia; Under Armour, Baltimore, Maryland, USA; Adidas, Herzogenaurach, Germany)	During and 24 h postintervention	CK (24)
French <i>et al</i> ¹²	Healthy young men n=26	Standardised whole body resistance exercise protocol	Lower body, ankle to waist (Skins, Campbelltown, Australia) 12–10 mm Hg	12 h post	DOMS (24, 48) CK (24, 48)
Jakeman <i>et al</i> ¹⁶	Physically active females n=17	10x10 polymeric drop jumps	Lower limb (Skins, Sydney, Australia)	12 h post	DOMS (24, 48, 72) Isokinetic muscle strength (24, 48, 72) Squat jump (24, 48, 72) CMJ (24, 48, 72) CK (24, 48, 72)
Kraemer <i>et al</i> ¹⁴	Healthy non-strength trained men n=15	2x50 am curls	Compression sleeve fitted from axillary line to forearm 10 mm Hg	72 h post	DOMS (movement) (24, 48, 72) DOMS (global) (24, 48, 72) Peak torque (24, 48, 72) Peak elbow flexor power (24, 48, 72) CK (24, 48, 72)
Kraemer <i>et al</i> ¹⁸	Non-strength trained women n=29	2x50 am curls	Compression Sleeve fitted from axillary line to forearm 10 mm Hg	120 h post	DOMS (movement) (24, 48, 72) DOMS (global) (24, 48, 72) Peak torque (24, 48, 72) Peak elbow flexor power (24, 48, 72) CK (24, 48, 72)
Montgomery <i>et al</i> ¹⁵	Well-trained male basketball players n=29	Basketball tournament	Lower body (Linebreak, Sydney, Australia) 18 mm Hg	18 h post	DOMS (24) Jump Height (24)
Perrey <i>et al</i> ¹⁹	Healthy physically active men n=8	30-min, backwards-downhill walking	Calf length (SportivTM, France) Single leg	5 h/day at 2, 24 and 48 h post	DOMS (24, 48, 72)
Trenell <i>et al</i> ¹⁵	Recreational male athletes n=11	30-min downhill walking	Lower Limb (Skins, Sydney, Australia) Single Leg	48 h post	DOMS (48)

CMJ, counter-movement jump; CK, creatine kinase; DOMS, delayed-onset muscle soreness.

Vargo et Sanderson

Table 1. Rrticles Included in the Meta-Analysis

Name of Author	Type of Compression Clothing	Control	Study Design	Number of Participants (n)	Type of Exercise	Number of Trials	Fitness Level of Participants	Results
Kenmuler et al. (2007)	Compression Stockings (24 mmHg)	Conventional Running Socks	Random Cross Over Design	21 males (39 ± 10.9 y)	Speed Incremented Treadmill Test	2 (1 experimental, 1 control)	Moderate	Significant improvement in running performance when wearing compression socks however compression socks did not affect VO ₂ or maximum heart rate.
Ali et al. (2007)	Compression Stockings (18-22 mmHg)	Sport Socks	Randomized Counterbalanced Design	14 males (23.05 ± 0.5y)	10 Km runs	2 (1 experimental, 1 control)	Moderate	No difference in 10km run times, no significant differences in heart rate.
Creasy (2008)	Compression Stockings	Placebo Garment with No Compression	Counter Balanced Design	9 males and 1 female (36 ± 10y)	10 Km runs	5 trials of 10 km runs at 5 varying levels of compression	Well Trained	No performance time difference, no differences in VO ₂ (oxygen uptake), no differences in heart rate
Sperlich et al. (2011)	Compression Stockings	Athletic sock with no compression	Randomized	15 males (22.2 ± 1.3y)	Running on a treadmill at approximately 70% of their peak oxygen uptake for 45 mins	5 trials running on a treadmill at approximately 70% of their peak oxygen uptake for 45 mins	Well Trained	No significant difference in VO ₂ or heart rate between conditions.

Table 1. Compression garments and exercise. Synthesis of the effects reported.

Author	Wear EX	Wear REC	Garment type	Experimental protocol	Criteria	Effects	Effects of compression garment
Berry (1987)	yes	yes	socks	Incremental exercise on treadmill	lact	+	Blood lactates during recovery decreased
Chatard (2004)	no	yes	stockings	Maximal exercise during 5 min on an ergocycle	2nd perf	+	Improvement of the second performance
					DOMS	+	Decrease of the DOMS after 24 hours
Bringard (2006a)	no	yes	tights	Rest	lact	+	Decrease of blood lactates during the recovery
					SO2	+	Increase of oxygen saturation in the triceps surae
Bringard (2006b)	yes	no	tights	Incremental exercise on treadmill	perf	+	Decrease of the energy cost of running at 12 km/h
Trenell (2006)	no	yes	tights	Walking 30min on treadmill with negative slope (25%)	DOMS	0	DOMS after recovery were unchanged
Ali (2007)	yes	no	socks	Running 10km	perf	0	No effect on 10km running performance
					DOMS	+	Decrease of DOMS up to 24H
Moehrle (2007)	yes	no	socks	Maximal physical exercise	perf	0	Performance unchanged
					lact	0	Blood lactates during running or cycling unchanged
Scanlan (2008)	yes	no	tights	Incremental exercise on ergocycle	perf	0	No effect on the maximal power of exercise
					lact	0	No effect on lactate blood levels
					SO2	+	Better oxygenation of the vastus lateralis during the cycling exercise
Kemmler (2009)	yes	no	socks	Incremental exercise on treadmill	perf	+	Increase of the maximal speed and duration of the trial
					lact	0	No effect on lactate blood levels
Rimaud (2010)	yes	yes	socks	Incremental exercise on ergocycle	lact	0	Blood lactates during recovery increased
Ali (2010)	yes	no	socks	Running 40 min on treadmill	2nd perf	0	No effect on jumps after the running
					DOMS	0	No effect on the DOMS
					lact / CK	0	No effect on lactate and creatine kinase blood levels
Jakemean (2010)	no	yes	tights	100 jumps	DOMS	+	Decrease of the DOMS at 1, 24, 48 and 72 hours
					2nd perf	+	Decrease of the muscle strength weakening at 24, 48 and 72 hours
Menetrier (2011)	yes	yes	stockings	Running 30min on treadmill with positive slope (12%)	SO2	+	Increase of oxygen saturation in the sural triceps surae during the recovery
					2nd perf	0	Second performance unchanged
Ali (2011)	yes	no	socks	Running 10km	2nd perf	+	Increase of the height of jumps after the running (low and medium compression)
						0	No effect on jumps after the running (high compression)
					DOMS	0	No effect on the DOMS
					lact / CK	0	No effect on lactate and creatine kinase blood levels
					perf	0	No effect on 10km running performance
Sperlich (2011)	yes	no	socks	Running 45min on treadmill	lact	0	Blood lactates unchanged
Miyamoto (2011)	yes	no	socks	Repetition of plantar flexions	2nd perf	0	No effect on the maximal plantar flexion force, measured 3 minutes after the straining exercise
Miyamoto (2011)	yes	no	socks	Repetition of plantar flexions	2nd perf	0	No effect on the maximal plantar flexion force, measured 3 minutes after the straining exercise
Menetrier (2011)	no	yes	stockings	Running 30min on treadmill with positive slope (12%)	2nd perf	+	Increase of the average power produced in a second cycling exercise after recovery
					lact	+	Blood lactates after recovery decreased
					DOMS	+	DOMS after recovery decreased
Wahl (2012)	yes	no	socks	Incremental exercise on treadmill	perf	0	No effect on time-to-exhaustion
					lact	0	Blood lactates during the trial unchanged

Wear EX : Wear during exercise ; Wear REC : Wear during recovery. perf: performance ; DOMS: delayed onset muscular soreness; SO2: Oxygen saturation of the muscular tissue; lact: blood concentration of lactates; Vol leg : leg volume; Borg: Perceived exertion evaluated with Borg scale; vibrations: Oscillatory movement of the muscle; Blood flow: blood flow of muscle tissue. 0: no positive effect (absent or negative effect); +: positive effect.

Table 1. Continued.

Author	Wear EX	Wear REC	Garment type	Experimental protocol	Criteria	Effects	Effects of compression garment
De Glanville (2012)	no	yes	tights	40 km on ergocycle	2nd perf	+	Improvement of the running time after 24 hours of recovery
Hamlin (2012)	no	yes	tights	Rugby-specific circuit test	2nd perf	+	Improvement of the second performance (40-m sprint, 3-km run)
					CK	0	No effect on creatine kinase blood levels
					lact	+	Decrease of blood lactates during the recovery
					Borg	+	Decrease of the DOMS
Bovenschen (2013)	yes	no	socks	Running 10km	Vol leg	+	Compression limits the increase of leg volume after exercise
					DOMS	0	Decrease of the DOMS
Bovenschen (2013)	yes	no	socks	Incremental exercise on treadmill	Vol leg	+	Compression limits the increase of leg volume after exercise
					DOMS	0	Decrease of the DOMS
Driller (2013)	no	yes	tights	Recovery period between 2 cycling bouts	2nd perf	+	Improvement of the second performance
					DOMS	0	No effect on the DOMS
Sperlich (2013b)	yes	no	tights	3-min test of simulated alpine skiing in the tuck position accompanied by passive vibration	vibrations	+	Oscillatory movement was reduced
					SO ₂	+	Increase of oxygen saturation in the vastus lateralis muscle
					lact	0	Blood lactates during the trial unchanged
					Borg	+	Perceived exertion was reduced
Sperlich (2013a)	no	yes	tights	Recovery after incremental exercise on ergocycle	Blood flow	0	Blood flow in the muscle tissue was reduced

EX : during exercise ; REC : during recovery. perf: performance ; DOMS: delayed onset muscular soreness; SO₂: Oxygen saturation of the muscular tissue; lact: blood concentration of lactates; Vol leg : leg volume; Borg: Perceived exertion evaluated with Borg scale; vibrations: Oscillatory movement of the muscle; Blood flow: blood flow of muscle tissue. 0: no positive effect (absent or negative effect); +: positive effect.

Annexe 4 : Questionnaire « Compression et course à pied »

Rubrique 1 sur 5	Rubrique 2 sur 5
Compression et course à pied La course à pied fait de plus en plus d'adeptes. Les "sportifs du dimanche" ou les coureurs les plus acharnés s'équipent d'outils de compression: chaussettes de récupération, manchons dits "boosters", collants de compression ou encore bas de contention. Mais alors à quoi servent vraiment tous ces outils ? Sont-ils vraiment utiles ? Qui sont les sportifs qui les utilisent et pourquoi ? Ce questionnaire s'inscrit dans la réalisation de ma thèse qui s'intitule "Intérêt de la compression dans l'amélioration et la préservation du retour veineux chez le sportif pratiquant la course à pied". Les résultats de ce travail permettront de mettre en lumière un profil d'utilisateur de compression sportive et d'observer les différents effets recherchés et ressentis par les sportifs de tous niveaux. Ce travail et ce questionnaire ont été réalisés à l'Université de Lorraine sous la direction de Mr MORNIEUX Guillaume, Maître de conférence, à la faculté des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives de Nancy et de Mme Béatrice FAIVRE, professeur à la faculté de Pharmacie et directrice du collegium santé de l'Université de Lorraine. Les résultats de ce questionnaire seront présentés lors de ma soutenance de thèse; Ils ne seront donc pas disponibles avant quelques mois. Si vous souhaitez un retour sur ces résultats vous pouvez laisser votre adresse mail à la fin du questionnaire. Merci de votre participation, Mr DUBOIS Florian Étudiant en 5ème Année de pharmacie. Titre de l'image 	A propos de vous : Description (facultative) 1. Vous êtes : * ☐ Un homme ☐ Une femme 2. Vous avez : * ☐ Entre 18 et 19 ans (Junior) ☐ Entre 20 et 22 ans (Espoirs) ☐ Entre 23 et 30 ans (Seniors) ☐ Entre 31 et 39 ans (Seniors) ☐ Plus de 40 ans (Masters)
La course à pied et vous Description (facultative) 3. Depuis combien de temps pratiquez vous la course à pied ? * ☐ 0 à 6 mois ☐ 6 mois à 1 an ☐ 1 an à 5 ans ☐ 5 à 10 ans ☐ Plus de 10 ans ☐ Autre... 4. Vous pratiquez la course à pied * ☐ Tous les jours ☐ Quatre fois par semaine ou plus ☐ Trois fois par semaine ☐ Deux fois par semaine ☐ Une fois par semaine ☐ Plus d'une fois par mois ☐ Une fois par mois ☐ Moins d'une fois par mois ☐ Autre...	5. Lors de vos sorties vous parcourez : * ☐ Moins de 5 km ☐ Entre 5 et 10 km ☐ Entre 10 et 15 km ☐ Entre 15 et 20 km ☐ Entre 20 et 30 km ☐ Plus de 30 km ☐ Autre... 6. Vos sorties durent en moyenne : * ☐ Moins de 30 minutes ☐ Entre 30 minutes et 1 heure ☐ Entre 1 et 2 heures ☐ Entre 2 et 3 heures ☐ Plus de 3 heures ☐ Autre... 7. Vos sorties se déroulent en général : * ☐ Sur la route ☐ Stade d'athlétisme ☐ Chemins de campagne (terre, gravillons) ☐ Forêts, montagne, neige ☐ Autre...

8. Quelle type de chaussures utilisez vous ? *

- ☐ Running route
- ☐ Running sentier
- ☐ Trail
- ☐ Course d'orientation
- ☐ Minimalistes
- ☐ Je ne sais pas
- ☐ Autre...

9. Utilisez vous un moyen de compression ou de contention ? *

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Parfois
- ☐ Je ne sais pas

10. Si oui ou parfois, de quelle marque s'agit-il ?

- ☐ Sigvaris Sport
- ☐ Mediven
- ☐ Gibaud
- ☐ BVSPORT
- ☐ Compression Zone
- ☐ Thuasne Sport
- ☐ Nike
- ☐ Adidas
- ☐ Kalenji
- ☐ Asics
- ☐ Skins
- ☐ Puma compression
- ☐ Reebok
- ☐ Je ne sais pas
- ☐ COMPRESSPORT
- ☐ Autre...

11. S'agit-il de compression ou de contention ?

- ☐ Compression
- ☐ Contention
- ☐ Je ne sais pas
- ☐ Autre...

Rubrique 4 sur 5

La compression sportive

Pour cette partie on utilise la classification suivante:

Titre de l'image



CUISSARD



COLLANTS



MANCHONS



CHAUSSETTES

12. S'agit-il d'une compression:

- ☐ Degressive
- ☐ Progressive
- ☐ Je ne sais pas
- ☐ Autre...

13. Quelle pression apportent vos chaussettes, manchons ou collants ?

- ☐ 0 à 15 mmHg
- ☐ 15 à 20 mmHg
- ☐ 20 à 27 mmHg
- ☐ 27 à 36 mmHg
- ☐ > 36 mmHg
- ☐ Je ne sais pas
- ☐ Autre...

14. Utilisez-vous votre compression/contention :

A chaque ... Seulement... Après cha... Seulement... A chaque ... Seulement... Après cha... Seulement...

Chaussettes	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Manchons	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Collants	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Caleçon	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

15. Utilisez-vous un autre moyen de compression/contention

Réponse courte

11

16. Les effets recherchés de la compression / contention

Améliorer ... Améliorer ... Récupérer ... Réduire le... Réduire le... Améliorer L. Améliorer L. Préserver ...

Pendant l'e...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Après l'eff...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

17. Autres effets recherchés

Réponse courte

18. Les effets ressentis de la compression / contention

Endurance... Vitesse / Récupérati... Crampes \ Courbatur... / Confort ... / Confort ... Préserver ...

Pendant l'e...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Après l'eff...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

19. Autre effets ressentis

Réponse courte

20. Où avez vous achetez votre compression ?

☐ Pharmacie
☐ Magasin spécialisé (Objectif marathon, Running conseil, Le marathonien ...)
☐ Grande surface sportives (Decathlon, Intersport, Sport 2000 ...)
☐ Internet
☐ Autre...

Rubrique 5 sur 5

Merci de votre participation

Vos réponses sont très importantes pour l'avancée de mon travail et je vous remercie d'avoir participé.

Florian DUBOIS

Étudiant en 5eme Année de pharmacie

Vous souhaitez recevoir un retour des résultats: déposez votre adresse mail

Réponse courte

Titre de l'image

XI

DEMANDE D'IMPRIMATUR

Date de soutenance : Vendredi 25 septembre

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE présenté par : Florian DUBOIS Sujet : <u>INTERET DE LA COMPRESSION DANS LA PRESERVATION ET L'AMELIORATION DU RETOUR VEINEUX CHEZ UN SPORTIF PRATIQUANT LA COURSE A PIED</u> Jury : Président : Mme Béatrice FAIVRE, Professeur, Pharmacien Directeurs : M Guillaume MORNIEUX, Maître de conférences Mme Béatrice FAIVRE, Professeur, Pharmacien Juges : Mme Reine EL OMAR, Maître de conférences Mme Anne WEIZMAN, Pharmacien Officiel	Vu, Nancy, le 31 aout 2020 Directeur de Thèse Co-directeur et Président de Jury M. MORNIEUX Mme FAIVRE  
Vu et approuvé, Nancy, le 1.09.20 Doyen de la Faculté de Pharmacie de l'Université de Lorraine,  Pr. Raphaël DUBAL	Vu, Nancy, le 18.09.2020 Le Président de l'Université de Lorraine,  Pierre MUTZENHARDT N° d'enregistrement : 11367C

N° d'identification : 11367C

TITRE

**INTERET DE LA COMPRESSION DANS LA PRESERVATION ET
L'AMELIORATION DU RETOUR VEINEUX CHEZ UN SPORTIF
PRATIQUANT LA COURSE A PIED**

Thèse soutenue le 3 avril 2020

Par Florian DUBOIS

RESUME :

Le retour veineux est un élément essentiel du système cardiovasculaire, il permet le maintien du débit cardiaque. Son altération est de plus en plus fréquente dans les pays industrialisés et entraîne des symptômes variés qui, s'ils ne sont pas pris en charge, peuvent aller jusqu'à l'ulcère variqueux ou vers des complications graves comme la thrombophlébite profonde et l'embolie pulmonaire. Il existe néanmoins des moyens pour protéger son retour veineux, en particulier l'activité physique et la compression. La course à pied est pratiquée par un français sur trois, elle permet de mobiliser tous les muscles et les articulations des membres inférieurs, d'améliorer la capacité du triceps sural et de la semelle plantaire à pomper le sang du bas du corps vers le cœur droit. La compression est utilisée dans le traitement de tous les stades de l'affection veineuse, souvent confondue avec la contention, notamment à cause du terme « bas de contention », elle applique une pression constante sur le membre inférieur, au repos ou à l'effort.

Bien qu'ils soient initialement conçus pour traiter et prévenir la maladie veineuse, les vêtements de compression sont de plus en plus retrouvés chez les coureurs de fond. De nombreuses études ont été menées sur les effets du port de compression pendant et après l'effort mais les protocoles étaient très hétérogènes et les résultats discordants. Pourtant, grâce à quelques méta-analyses, nous avons pu distinguer les effets sur les performances et sur les paramètres physiologiques. Ces effets, dans l'ensemble, n'étaient pas très convaincants. Ceux sur la récupération, notamment sur la diminution des douleurs musculaires d'apparition retardée (DOMS) étaient intéressants mais présentaient peu de changements sur les produits métaboliques.

Forts de ces découvertes, nous avons mené une enquête sur l'usage de la compression par des coureurs de tout niveau, afin de comprendre pourquoi et comment ils utilisaient la compression. L'étude nous a permis de constater l'ampleur de l'utilisation des vêtements de compression. Les sportifs portaient la compression majoritairement pendant l'effort, et cela même s'ils recherchaient en particulier l'amélioration de la récupération. La préservation du retour veineux était un effet recherché particulièrement par les femmes et les athlètes masters, pourtant le risque de développer une affection veineuse est de 20% dans la population générale.

Le pharmacien, en tant que professionnel de santé de proximité, est amené dans sa pratique quotidienne à rencontrer à la fois des sportifs en quête de performances ou des patients à risque de développer une maladie veineuse qui souhaitent pratiquer la course à pied. Pour ces deux types de patients, il pourrait, grâce à ses connaissances sur la compression médicale, conseiller des vêtements de compression adaptés à leurs pratiques. Le pharmacien d'officine pourrait alors prendre un rôle dans l'accompagnement des bonnes pratiques sportives.

MOTS CLES : sport, retour veineux, compression, contention, course à pied, sang, chaussettes, manchons, collants, dégressive, progressive

Directeur de thèse	Intitulé du laboratoire	Nature
<u>FAIVRE Béatrice</u>		Expérimentale ☐
<u>MORNIEUX Guillaume</u>		Bibliographique ☒
		Thème ☒

Thèmes

1 – Sciences fondamentales

2 – Hygiène/Environnement

3 – Médicament – dispositif médical

4 – Alimentation – Nutrition+

5 - Biologie

6 – Pratique professionnelle