



HAL
open science

Conseils et accompagnement à l'officine du sportif de plus de cinquante ans dans le cadre d'une compétition de course à pied de fond

Aude Lelièvre

► To cite this version:

Aude Lelièvre. Conseils et accompagnement à l'officine du sportif de plus de cinquante ans dans le cadre d'une compétition de course à pied de fond. Sciences pharmaceutiques. 2022. dumas-04222986

HAL Id: dumas-04222986

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04222986v1>

Submitted on 29 Sep 2023

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

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

UNIVERSITE DE ROUEN NORMANDIE
UFR SANTE – Département PHARMACIE

Année 2022-2023

N°

THESE

pour le DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Présentée et soutenue publiquement le 25 novembre 2022

par

Aude *LELIÈVRE*

Née le 24 mars 1997 à Rouen

Conseils et accompagnement à l'officine du sportif de plus de cinquante ans dans le cadre d'une compétition de course à pied de fond

Président du jury : Dr Gilles GARGALA, MCU-PH, Docteur en Médecine

Membres du jury : Dr Gilles GARGALA, MCU-PH, Docteur en Médecine

Dr Paul ADELEU, Docteur en Pharmacie

Dr Jean-Marie VAUGEOIS, Docteur en Pharmacie

ANNEE UNIVERSITAIRE 2022 - 2023

U.F.R. SANTÉ DE ROUEN

DOYEN : **Professeur Benoît VEBER**

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

I - MEDECINE

PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

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

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

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

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

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

PROFESSEUR AGREGE OU CERTIFIE

Mme Noémie MARIE	UFR	Communication
Mr Thierry WABLE	UFR	Communication
Mme Mélanie AUVRAY-HAMEL	UFR	Anglais
Mme Cécile POTTIER-LE GUELLEC	UFR	Anglais

II - PHARMACIE

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

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

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

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

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

PROFESSEURS ASSOCIES

Mme Caroline BERTOUX	Pharmacie officinale
Mme Cécile GUERARD-DETUNCQ	Pharmacie officinale
M. Damien SALAUZE	Pharmacie industrielle

PAU-PH

M. Pierre BOHN	Radiopharmacie
M. Mikaël DAOUPHARS	Pharmacie

PROFESSEUR CERTIFIE

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

ASSISTANTS HOSPITALO-UNIVERSITAIRES

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

ATTACHES TEMPORAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

Mme Hilam BENJELLOUN	Mycologie
M. Valentin PLATEL	Pharmacologie
M. Nicolas VAUTRIN	Bactériologie

ATTACHES TEMPORAIRES D'ENSEIGNEMENT

M. Abdelmounaim MOUHAJIR	Informatique Bio-informatique
---------------------------------	-------------------------------

LISTE DES RESPONSABLES DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

Mme Cécile BARBOT	Chimie Générale et minérale
Mr Thierry BESSON	Chimie thérapeutique
Mr Abdeslam CHAGRAOUI	Physiologie
Mme Elisabeth CHOSSON	Botanique
Mme Marie-Catherine CONCE-CHEMTOB	Législation et économie de la santé
Mme Isabelle DUBUS	Biochimie
Mr Abdelhakim EL OMRI	Pharmacognosie
Mr François ESTOUR	Chimie organique
Mr Loïc FAVENNEC	Parasitologie
Mme Christelle MONTEIL	Toxicologie
Mme Martine PESTEL-CARON	Microbiologie
Mr Mohamed SKIBA	Pharmacie galénique
Mr Rémi VARIN	Pharmacie clinique
M. Jean-Marie VAUGEOIS	Pharmacologie
Mr Philippe VERITE	Chimie analytique

III – MEDECINE GENERALE

PROFESSEUR MEDECINE GENERALE

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

PROFESSEURS ASSOCIES A MI-TEMPS – MEDECINS GENERALISTE

Mr Pascal **BOULET** UFR Médecine générale

Mr Emmanuel **HAZARD** UFR Médecine Générale

Mr Emmanuel **LEFEBVRE** UFR Médecine Générale

Mme Elisabeth **MAUVIARD** UFR Médecine générale

Mme Lucille **PELLERIN** UFR Médecine Générale

Mme Yveline **SEVRIN** UFR Médecine générale

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE A MI-TEMPS – MEDECINS GENERALISTES

Mr Julien **BOUDIER** UFR Médecine Générale

Mme Laëtitia **BOURDON** UFR Médecine Générale

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

Mme Ségolène **GUILLEMETTE** UFR Médecine Générale

Mr Frédéric **RENOU** UFR Médecine Générale

ENSEIGNANTS MONO-APPARTENANTS

PROFESSEURS

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

MAITRES DE CONFERENCES

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

DIRECTEUR ADMINISTRATIF : M. Jean-Sébastien VALET

HCN - Hôpital Charles Nicolle

HB - Hôpital de BOIS GUILLAUME

CB - Centre Henri Becquerel

CHS - Centre Hospitalier Spécialisé du Rouvray

CRMPR - Centre Régional de Médecine Physique et de Réadaptation

SJ - Saint Julien Rouen

« L'Université de Rouen et l'UFR de Médecine et de Pharmacie de Rouen n'entendent donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans cette thèse. Ces opinions sont propres à leurs auteurs. »



UFR Santé



SERMENT DE GALIEN

Je jure d'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.

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 l'Honneur, de la Probité et du Désintéressement.

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine.

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

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

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois méprisé de mes Confrères si je manque à mes engagements.



Table des matières

Listes des enseignements année universitaire 2022 - 2023 U.F.R de médecine et de pharmacie de Rouen	3
Remerciements	13
Serment de Galien	16
Table des matières	17
Listes des abréviations	20
Table des figures	22
Table des tableaux	25
Table des annexes	26
Introduction	28
1. Définitions et généralités	30
1.1. Le sport	30
1.2. La course à pied	30
1.3. L'endurance	31
1.4. La course à pied de fond	31
1.5. La préparation physique	32
1.6. La compétition sportive	32
1.7. L'activité physique	32
1.8. La VO ₂ max	33
1.9. La course à pied en chiffres	33
2. Physiologie	35
2.1. Anatomie des muscles squelettiques	35
2.2. Structure du muscle strié squelettique	39
2.3. Mécanisme de la contraction musculaire	42
2.4. Les principaux muscles sollicités lors de la course à pied	46
2.5. Métabolisme de la contraction musculaire	48
2.5.1. Le système ATP-CP	49
2.5.2. La glycolyse anaérobie lactique	49
2.5.3. La glycolyse aérobie	50
2.6. Mécanismes de la glycogénolyse et de la néoglucogénèse	52
2.7. Analyse descriptive de la foulée	54
2.7.1. La phase d'appui	54
2.7.2. la phase de suspension	54

2.8. Les effets de l'âge sur la condition physique	59
3. L'émergence de problèmes de santé après 50 ans	62
3.1. Les principaux problèmes de santé après 50 ans	62
3.1.1. L'hypertension artérielle	64
3.1.2. Les cancers	66
3.1.3. Les diabètes	67
3.1.4. L'hypercholestérolémie	73
3.1.4.1. Cholestérol-LDL et HDL	74
3.1.4.2. Activité sportive et hypercholestérolémie	76
4. L'entraînement chez le sportif de plus de 50 ans	78
4.1. Explorations du métabolisme aérobie du sportif de plus de 50 ans	78
4.1.1. L'entraînement basé sur la vitesse maximale d'état stable de lactatémie	79
4.1.2. L'entraînement basé sur les seuils ventilatoires	80
4.1.3. L'entraînement basé sur la vitesse critique	80
4.2. L'organisation et la planification de séances d'entraînements sportifs hebdomadaires pour la préparation d'une compétition de course à pied de fond	82
4.2.1. L'endurance fondamentale	82
4.2.2. L'endurance active	82
4.2.3. La VMA	83
4.2.4. En pratique sur le terrain	84
5. Les adaptations thérapeutiques chez le sportif de plus de 50 ans dans le cadre d'une compétition de course à pied de fond	87
5.1. Chez le sportif diabétique (DT1 et DT2)	87
5.1.1. Le risque hypoglycémique	88
5.1.2. Le risque hyperglycémique	89
5.1.3. Conseils d'adaptation anticipatoire des doses d'insuline	90
5.1.3.1. Dans le cas du diabète de type 1	91
5.1.3.2. Dans le cas du diabète de type 2	93
5.1.3.3. Le système d'autosurveillance du glucose interstitiel par système flash, une nouveauté disponible en pharmacie d'officine	93
5.1.4. L'apport supplémentaire de glucides chez le sujet diabétique.....	95
5.1.5. Une attention particulière aux pieds diabétiques	96

5.2. Chez le sportif hypertendu	96
6. Les facteurs susceptibles d'améliorer les performances dans le cadre d'une	
compétition de course à pied de fond	98
6.1. Une hygiène de vie saine	98
6.1.1. Une alimentation saine et une bonne hydratation	98
6.1.1.1. Les apports en protéines	99
6.1.1.2. Les apports en lipides	99
6.1.1.3. Les apports en glucides	99
6.1.1.4. Les apports en fibres	100
6.1.1.5. Les jours précédents la compétition	101
6.1.1.6. Pendant la compétition	103
6.1.2. Le sommeil	107
6.2. L'importance de l'échauffement	108
6.3. Stress et compétition sportive	113
6.3.1. Les remèdes	117
6.4. Un matériel adapté	118
6.4.1. Des chaussures adaptées	118
6.4.2. Des chaussettes adaptées	120
6.5. Les compléments alimentaires disponibles en pharmacie d'officine	121
7. L'après course	125
7.1. Une fois l'arrivée franchie	125
7.2. Les différents types de douleurs musculaires	130
7.2.1. Comment les éviter?	131
7.2.2. Comment les soigner?	131
7.3. L'importance de la récupération	136
7.3.1. La récupération active	136
7.3.2. La récupération passive	136
7.4. Les compléments alimentaires disponibles en pharmacie	137
7.5. La reprise de l'entraînement	139
Conclusion	140
Annexes	142
Bibliographie	147

Liste des abréviations

AGL	Acide Gras Libre
ALD	Affection Longue Durée
AP	Activité Physique
APA	Activité Physique Adaptée
ADP	Adénosine DiPhosphate
ANSES	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail
ATP	Adénosine TriPhosphate
BCAA	Branched Chain Amino Acid
BEAG	Boisson de l'Effort d'Apports Glucidiques
DHEA	Déhydroépiandrostérone
DID	Diabète Insulino-Dépendant
DNID	Diabète Non Insulino-Dépendant
DOMS	Delayed Onset Muscle Soreness
DPP4	Dipeptidyl Peptidase 4
DT1	Diabète de type 1
DT2	Diabète de type 2
EA	Endurance Active
ECG	Électrocardiogramme
EF	Endurance Fondamentale
ESC	European Society of Cardiology
FFA	Fédération Française d'Athlétisme
GLP1	Glucagon Like Peptide 1
GLUT 4	Glucose Transporter 4
HAS	Haute Autorité de Santé
HbA1c	Hémoglobine Glyquée
HDL	High Density Lipoprotein
HE	Huile Essentielle
HIIT	High Intensity Interval Training
HTA	Hypertension Artérielle
IGF-1	Insulin-like Growth Factor 1
IJ	Ischio-jambiers
INSERM	Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale

IRBMS	Institut de Recherche du Bien-Être de la Médecine et du Sport Santé
LADA	Latent Autoimmune Diabetes in Adults
LDL	Low Density Lipoprotein
METs	Metabolic Equivalent of a Task
MODY	Maturity Onset Diabetes of the Young
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PAD	Pression Artérielle Diastolique
PAS	Pression Artérielle Systolique
PEH	Post-Exercise Hypotension
PHG	Production Hépatique de Glucose
Pi	Phosphate Inorganique
PMA	Puissance Maximale Aérobie
PNNS	Programme National Nutrition Santé
PPG	Préparation Physique Générale
PTE	Profil Tensionnel d'Exercice
SWEET	Square Wave Endurance Exercise Training
VMA	Vitesse Maximale Aérobie
VMSL	Vitesse Maximale d'état Stable de la Lactatémie
VNR	Valeur Nutritionnelle de Référence
VO _{2max}	Débit Maximal d'Oxygène

Table des figures

Figure 1 Recrutement des fibres musculaires en fonction de la VO₂max (*musclay.com*)

Figure 2 Représentation de l'ensemble des muscles squelettiques du corps humain (*institut-myologie.org*)

Figure 3 Représentation schématique de la fibre musculaire aux myofilaments (*afm-telethon.fr*)

Figure 4 Organisation cellulaire d'une fibre musculaire (*afm-telethon.fr*)

Figure 5 Anatomie du muscle strié squelettique (*afm-telethon.fr*)

Figure 6 Le contrôle de l'activité musculaire par le système nerveux (*afm-telethon.fr*)

Figure 7 Succession des étapes aboutissant à la contraction musculaire (*afm-telethon.fr*)

Figure 8 Représentation du cycle de contraction musculaire (*profsvt.site*)

Figure 9 Principaux muscles sollicités pendant la course à pied (*vélo-cyclisme.fr*)

Figure 10 Courbe d'Howald modifiée par Poortmans & Boisseau en 2001-2003 (*lequipe.fr*)

Figure 11 Pourcentage de l'apport énergétique au cours d'un exercice de 50-55% de VO₂ max (*elsevier.com*)

Figure 12 Représentation schématique du métabolisme glucidique (*univ-chlef.dz*)

Figure 13 Les différentes phases de la foulée en course à pied (*handicap-sport.wikeo.fr*)

Figure 14 Représentation de l'impact au sol des différentes foulées (*sentiersduphoenix.be*)

Figure 15 Postures et répercussions lors d'une rear-foot strike et d'une fore-foot strike (*lespiedsurterre.blog*)

Figure 16 Évolution de la pression artérielle systolique et diastolique pendant un test d'effort d'intensité croissante correspondant à divers stades d'un effort de type endurance/aérobie (*revmed.ch*)

Figure 17 Proportion des cancers liés aux principaux facteurs de risque (*e-cancer.fr*)

Figure 18 Taux brut de prévalence du diabète traité pharmacologiquement (*santepubliquefrance.fr*)

Figure 19 Taux de prévalence standardisé du diabète traité pharmacologiquement en France (tous types) (%) - hommes et femmes 2020 (*santepubliquefrance.fr*)

Figure 20 Représentations schématiques des cholestérols-HDL et LDL (*heatlline.fr*)

Figure 21 Détermination de la vitesse maximale d'état stable de la lactatémie (VMSL) (*Le sport après 50 ans, 2005, p. 202*)

Figure 22 Détermination de la vitesse critique (pente de la droite liant la distance et les temps records) (*Le sport après 50 ans, 2005, p. 200*)

Figure 23 SportsAkileine® start gel thermo-actif (*pharma-gdd.com*)

Figure 24 SportsAkileïne® Nok gel thermo-actif (*pharma-gdd.com*)

Figure 25 Mouvements rotatoires de la tête (*echauffez-vous.com*)

Figure 26 Mouvements rotatoires des épaules (*echauffez-vous.com*)

Figure 27 Moulinets des bras (*echauffez-vous.com*)

Figure 28 Rotations larges du bassin (*echauffez-vous.com*)

Figure 29 Talon fesse (*ete-indien-editions.fr*)

Figure 30 Montées de genoux (*conseils.casalport.com*)

Figure 31 Mouvements rotatoires de la cheville (*orliman.fr*)

Figure 32 Jumping jacks (*pinterest.com*)

Figure 33 Mouvements de rebond jambes tendues (*jefouinetufouines.fr*)

Figure 34 Schématisation de la réponse au stress aigu (*SVT term, 2020*)

Figure 35 Passage du stress positif au stress négatif et performances (*profsvt71.fr*)

Figure 36 Les trois stades du « syndrome d'adaptation générale ou syndrome du stress biologique (*Adapté de Hans SELYE, Stress Health and Disease, éd. Butterworths, Boston, 1976, pp. 5-6*)

Figure 37 Courbe d'utilité de la réaction au stress d'après Yerkes-Dodson (1906) (*cegeplevis.ca*)

Figure 38 Dose homéopathique de Gelsenium Sempervirens 30 CH (*healthmug.com*)

Figure 39 Zenalia® du laboratoire BOIRON® (*boiron.fr*)

Figure 40 ARKORELAX® Stress Control du laboratoire ARKOPHARMA® (*arkopharma.com*)

Figure 41 Les différents types de foulées en course à pied (*irun.fr*)

Figure 42 ISOXAN® SPORT PRO du laboratoire Menarini France (*pharmacie-bruant.com*)

Figure 43 BCAA 2:1:1 du laboratoire NHCO® (*nhco.fr*)

Figure 44 Hyprosport Effort du laboratoire PILEJE® (*solution.pileje.fr*)

Figure 45 Collax-sil® du laboratoire NHCO® (*easypara.fr*)

Figure 46 ISOXAN SPORT ENDURANCE® du laboratoire Menarini France (*pharmacie-perols.fr*)

Figure 47 Stretching postural actif (*uamathle.files.wordpress.com*)

Figure 48 Étirement des mollets (*espace-musculation.com*)

Figure 49 Étirement de l'avant de la cuisse (*veroniquecloutier.com*)

Figure 50 Étirement de l'arrière de la cuisse (*massage-medical.ch*)

Figure 51 Étirement de l'intérieur de la cuisse (*musculation.ooreka.fr*)

Figure 52 Étirement du tendon d'Achille (*orliman.fr*)

Figure 53 Magnésium Amino-chélaté du laboratoire NHCO®

(laboratoires.nhco.nutrition.com)

Figure 54 BAUME AROMA® du laboratoire Mayoly-Spindler *(shoppharmacie.com)*

Figure 55 BAUME SAINT BERNARD® du laboratoire Merck *(mon-pharmacien-conseil.com)*

Figure 56 GRANIONS® Décontractant musculaire du laboratoire GRANIONS®
(pharmaciebastille.com)

Figure 57 LUMIRELAX® du laboratoire Juvisé Pharmaceuticals *(pharmaguinee.com)*

Figure 58 GRANIONS® de Sélénium du laboratoire GRANIONS® *(newpharma.fr)*

Figure 59 SPORTENINE® du laboratoire BOIRON® *(newpharma.fr)*

Figure 60 Huile essentielle de gaulthérie couchée du laboratoire PRANAROM® *(atida.fr)*

Figure 61 Granules homéopathiques d'ARNICA MONTANA du laboratoire BOIRON®
(medicament.com)

Figure 62 NHCO® NucléOx® du laboratoire NHCO® *(vitalya.fr)*

Figure 63 SOLGAR® Antioxydant Formula du laboratoire SOLGAR® *(solgar.fr)*

Figure 64 Hyprosport Récupération du laboratoire PILEJE® *(pharmaciefernandes.com)*

Table des tableaux

Tableau 1 Classification des distances de courses du 800 m au marathon en fonction de l'intensité de la VMA, (*d'après Aubert et Choffin*)

Tableau 2 Les différentes catégories d'âge en compétition 2022 (*athle.fr*)

Tableau 3 Les principales caractéristiques des fibres musculaires (*essonne.frandeolympique.com*)

Tableau 4 Newhome et Coll 1992 – Pourcentage de contribution dans la production d'ATP (*coeurdefond.fr*)

Tableau 5 Synthèse regroupant les principales caractéristiques des différentes voies énergétiques (*coeurdefond.fr*)

Tableau 6 Changements physiologiques et de la composition corporelle liés à l'âge (*has-sante.fr*)

Tableau 7 Programmation de séances d'entraînement fractionné à la vitesse maximale d'état stable de la lactatémie (VMSL) (*Médecine du sport pour le praticien 2020, p. 42*)

Tableau 8 Détermination des seuils ventilatoires (*Médecine du sport pour le praticien, 2020, p. 42*)

Tableau 9 Transposition sur le terrain des résultats du test de laboratoire dans la cadre d'une évaluation d'un coureur sur tapis roulant (*Médecine du sport pour le praticien, 2020, p. 43*)

Tableau 10 Les impacts physiologiques et le type d'entraînement en fonction du % de VMA (*P. Seners dans « l'athlétisme en EPS » Vigot 1996*)

Tableau 11 Plan d'entraînement hebdomadaire (*La pratique du sport, 2010, p. 115*)

Tableau 12 Recommandations de l'ESC (selon la classification de Mitchell et Coll) pour les activités physiques chez un patient hypertendu selon le profil de risque (*Mitchell et Coll, 2005*)

Tableau 13 Classification des sports revue en 2005 selon J.H Mitchell lors de la conférence de Bethesda (*J.H Mitchell, 2005*)

Tableau 14 Correspondance entre quelques sports et l'intensité énergétique déployée (*L'alimentation du diabétique, 2006*)

Tables des Annexes

Annexe 1 Exemple de menu pour un dîner à la veille d'une compétition de course à pied de fond selon les recommandations nutritionnelles de Thiebault CM, Sprumont P., Ogi A., Le sport après 50 ans, 2005

Annexe 2 Recette de gâteau de sport et tableau d'analyse nutritionnelle du gâteau de sport d'après Nicolas Aubineau ⁶⁴

Annexe 3 Trois exemples de petits-déjeuners avec leur analyse nutritionnelles respectives d'après Nicolas Aubineau ⁶⁴

Annexe 4 Recette pour une boisson d'attente (500 ml) d'après Nicolas Aubineau ⁶⁴

Annexe 5 Recette de boisson énergétique maison (pour 500 mL) d'après Nicolas Aubineau ⁶⁴

« Le corps d'un athlète et l'âme d'un sage, voilà ce qu'il faut pour être heureux »

Voltaire, lettre à Hélivétius, 27 octobre 1740.

Introduction

Depuis les années 1970, la course à pied connaît, en France, un engouement croissant. Selon le baromètre du *running* de la Fédération Française d'Athlétisme (FFA), développé par Sportlab, 12 millions de Français en seraient des adeptes réguliers (au moins une fois par semaine) en 2016. Cette forte appétence des Français pour la pratique du « running » s'inscrit dans un contexte de développement des activités physiques et sportives d'une manière générale. Du fait de cette explosion du nombre de *runners*, la course à pied fait désormais partie des activités physiques et sportives les plus pratiquées en France, selon l'édition 2018 du baromètre national des pratiques sportives: « *l'univers de la course et de la marche est celui qui domine tous les autres, chez les hommes comme chez les femmes, chez les moins de 40 ans comme chez les 40 ans et plus* »¹.

Celle-ci s'est accompagnée d'une multiplication des compétitions de course à pied hors stade et d'une diversification des types de courses (trail, ultra-trail, ...) ².

Cette croissance spectaculaire s'explique aussi par la féminisation de cette discipline.

L'allongement considérable de l'espérance de vie et du temps imparti aux loisirs incitent à s'adonner à une activité sportive. C'est alors que les plus de cinquante ans poursuivent ou reprennent le chemin des compétitions de course à pied de fond.

De part sa facilité d'accès, la course à pied est pragmatique et en fait le sport le plus pratiqué au monde. Les équipements sont restreints et sa pratique peut se faire sur différents terrains. C'est une discipline qui est accessible à toutes et à tous; la doyenne du marathon de New York en 2018 avait 85 ans !

Selon l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), une activité physique correspond à « tout mouvement produit par les muscles squelettiques, responsable d'une augmentation de la dépense énergétique »³. L'activité physique (AP) comprend les AP de la vie quotidienne, les exercices physiques et les activités sportives.

Dans cette aire de popularité de la course à pied, il est important que le pharmacien soit capable de répondre aux besoins du patient à ce sujet. Les conseils sur cette discipline sont primordiaux. L'accompagnement du sportif au cours des phases de préparation, de compétition et de récupération est essentiel.

Le pharmacien reste le professionnel de santé compétent et fiable, accessible le plus rapidement et le plus facilement sans rendez-vous.

Dans cette thèse, l'objectif est d'apporter toutes les informations nécessaires à la pratique d'une course à pied de fond, dans les meilleures conditions possibles.

Nous nous intéresserons donc à la course à pied de fond mais plus spécifiquement dans la population des plus de cinquante ans. C'est un exercice difficile qui demande rigueur et persévérance. Beaucoup de paramètres rentrent en jeu pour atteindre ses objectifs notamment l'équipement, la gestion des pathologies associées, les aspects hygiéno-diététiques, la prévention des blessures, un entraînement individuel et propre à chacun etc.

Ce travail portera sur les conseils du pharmacien pour une préparation physique optimale dans le cadre d'une compétition de course à pied de longue distance (dite de fond). Ces conseils seront adaptés à une population de plus de cinquante ans en bonne forme physique avec leur pathologie propre (s'il y a). Les termes du sujet seront, en premier temps, définis. Puis nous étudierons les aspects physiologiques de la contraction des muscles et les procédés que l'organisme met en place lui permettant de fournir un tel effort physique. Ensuite les effets délétères de l'âge sur la condition physique seront détaillés. Les pathologies les plus répandues après cinquante ans seront décrites par la suite. Ensuite nous verrons les subtilités et les attentions particulières que l'on se doit de porter à la population des plus de cinquante ans lors de compétitions sportives de course à pied autant dans la préparation que dans la récupération. Notamment les difficultés que peuvent amener certaines pathologies.

Enfin des conseils pharmaceutiques délivrés en officine au sujet des mesures hygiéno-diététiques ainsi que de l'utilisation de compléments alimentaires seront discutés.

1. Définitions et généralités

Il est important de définir ce dont nous allons parler.

1.1. Le sport

Le sport (ou l'activité sportive) est une forme particulière d'activité physique (AP) où les participants adhèrent à un ensemble commun de règles (ou d'attentes), et dans laquelle un objectif, le plus souvent de performance, est clairement défini. La pratique sportive comprend: le sport en compétition et la pratique sportive de masse en club, le sport scolaire et les pratiques sportives de loisirs en individuel ou en groupe non affiliées à une association. Ainsi le sport est défini comme une activité physique visant à améliorer sa condition physique. C'est un ensemble d'exercices physiques qui se présentent sous forme de jeux individuels ou collectifs, donnant généralement lieu à une compétition, pratiqués en observant certaines règles précises ⁴.

1.2. La course à pied

La course à pied est une discipline sportive, appartenant à l'athlétisme, à allure plus ou moins rapide selon la distance à parcourir où les pieds sont simultanément décollés du sol lors de leur propulsion ⁵.

Les courses à pied de longue de distance ou de fond s'effectuent sur des distances supérieures à 21 kilomètres ⁶.

La classification des distances de course à pied est une question récurrente qui semble purement arbitraire. Il est courant de classer les épreuves en fonction de la distance parcourue et du temps réalisé (ou puissance développée), ou en fonction de l'aspect physiologique.

Aubert et Choffin ⁶ proposent par exemple, une classification des distances de course en fonction du pourcentage de la vitesse maximale aérobie (VMA) sollicitée. Ils distinguent les épreuves de :

- « Demi-fond court » telles que le 800 mètres ou le 1 000 mètres, se courant à une vitesse supérieure à la VMA et dans lesquelles la contribution de la voie glycolytique (système anaérobie lactique) est prépondérante.

- « Demi-fond » entre le 1500 mètres et le 3000 mètres (dont le 3000 mètres steeple), sollicitant un pourcentage de VMA légèrement supérieur ou inférieur à 100% et au cours desquelles le processus de phosphorylation oxydative à puissance maximale est le facteur essentiel de performance. Le caractère technique est également un déterminant de performance à ne pas négliger dans les courses de steeple (courses avec franchissement de barrières et de rivières).
- « Demi-fond long » telles que le 5 000 mètres et le 10 000 mètres, nécessitant une puissance légèrement supérieure ou à hauteur du seuil anaérobie, et donc inférieure à la VMA.
- « Fond » telles que le semi-marathon (21,1 kilomètres) et le marathon (42,195 kilomètres), se courant à des allures légèrement inférieures au seuil anaérobie.

Cette classification s'établit généralement en fonction du pourcentage de VMA sollicité lors de l'épreuve.

Distance (m)	Intensité (%VMA)	Classification
800	115-120	Demi-fond court
1 500	105	Demi-fond
3 000	98-100	Demi-fond
5 000	95	Demi-fond long
10 000	88	Demi-fond long
Semi-marathon	83	Fond
Marathon	80	Fond

Tableau 1 Classification des distances de courses du 800 mètres au marathon en fonction de l'intensité de la VMA, d'après Aubert et Choffin ⁶

1.3. L'endurance

L'endurance est définie comme une aptitude à résister aux fatigues physiques ou aux épreuves morales ⁴. En course à pied, c'est la faculté du sportif à maintenir le plus longtemps possible une puissance relative donnée pendant un temps donné.

1.4. La course à pied de fond

La course à pied de fond est une compétition de longue distance (tableau 1) qui est basée sur l'utilisation du métabolisme aérobie. Elle permet la gestion de ses capacités et le développement des capacités organiques et foncières. Elle apprend la gestion du potentiel aérobie individuel. Ainsi l'endurance aérobie est la capacité de maintenir le plus longtemps possible un pourcentage élevé de sa puissance maximale aérobie (PMA) ⁷.

1.5. La préparation physique

La préparation physique est l'activité relative à l'amélioration de la masse musculaire, à l'équilibre corporel et à l'optimisation des ressources physiques d'un individu ⁵.

1.6. La compétition sportive

La compétition sportive est une épreuve de sport disputée entre plusieurs concurrents ⁸.

La compétition en général permet de garder un contact social (rencontre avec d'autres sportifs) et de développer son esprit d'équipe. Elle permet également de mieux connaître son niveau, de s'améliorer par la suite et de repousser ses limites. Elle stimule ainsi la motivation.

1.7. L'activité physique

L'activité physique est l'ensemble des mouvements du corps produits par les muscles, entraînant une dépense d'énergie supérieure à celle qui est dépensée au repos ⁹.

Elle regroupe les activités physique de la vie quotidienne dont font partie:

- Les déplacements actifs: marcher, faire du vélo, monter et descendre les escaliers
- Les activités domestiques: faire le ménage, les courses, bricoler, jardiner
- Les activités professionnelles ou scolaires

L'exercice physique peut être souvent réalisé sans infrastructures lourdes et sans équipements spécifiques et ne répond pas à des règles de jeu.

La pratique sportive est pratiquée selon des niveaux très différents: sport de loisirs ou de compétition, sport individuel ou collectif.

Selon les conséquences qu'elle produit sur le corps, l'activité physique peut être définie d'intensité légère, modérée ou élevée ⁹.

Depuis 2017, l'activité physique peut être prescrite sur ordonnance, pour les personnes prises en charge à 100% en affection de longue durée (ALD), mais les frais ne sont pas pris en charge par l'Assurance Maladie.

Il faut veiller tout de même à bien distinguer activité physique et activité sportive. Le sport s'exerce dans des règles et un temps déterminés, avec des compétitions. L'activité physique désigne tous les types d'efforts musculaires, qu'ils soient soumis à des règles ou pas, quels que soient l'âge et l'état de santé. Les activités physiques adaptées (APA) regroupent

l'ensemble des activités physiques et sportives adaptées aux capacités des personnes atteintes de maladie chronique. Ces séances d'activité physique sont encadrées par des éducateurs sportifs/coachs spécifiquement formés ¹⁰.

1.8. La VO₂max

La VO₂max représente la consommation maximale d'oxygène que l'organisme peut utiliser lors d'un effort physique par unité de temps. Cette appellation a été utilisée dès 1974 par *Rowell L.B.* Cette variable correspond aux possibilités maximales cardio-respiratoires lors d'un effort physique et fixe alors la limite supérieure de performance lors d'un effort en endurance. Elle peut être mesurée au cours d'une épreuve d'effort et peut varier en fonction du sexe, de l'âge, de la génétique et de la pratique sportive. Elle augmente physiologiquement jusqu'à l'âge de trente ans puis diminue si elle n'est pas stimulée par de l'effort physique. Cette diminution est principalement due aux changements de composition corporelle, à la diminution de l'activité physique et au vieillissement par lui-même.

L'endurance cardio-respiratoire est évaluée par la mesure de la VO₂ max qui témoigne de la puissance aérobie et du niveau d'utilisation de l'oxygène lors d'un effort d'une durée et d'une intensité qui n'exigent pas encore la mise en oeuvre de la filière anaérobie. C'est un indicateur d'endurance, de performance et de forme. Elle permet de révéler le niveau du sportif d'endurance. Chez un homme sédentaire, sa valeur moyenne est de 45 mL/kg/min ¹¹. Pour l'améliorer il est nécessaire de travailler les efforts d'endurance fondamentale (efforts longs de faible intensité) et d'alterner avec des séances de fractionnés (effort court et intense alterné avec des périodes de récupération). La Puissance Maximale Aérobie (PMA), souvent confondue avec la VMA, correspond à la puissance développée à la vitesse à laquelle le sportif atteint sa consommation maximale d'oxygène (VO₂max). Elle s'exprime en Watts.

1.9. La course à pied en chiffres

D'après la FFA, Fédération Française d'Athlétisme, la France comptait 8,5 millions de pratiquants de la course à pied en 2014, soit 19% de la population. 8% des cinquante ans et plus pratiquent la course la pied ¹⁴. Les 3 principales motivations sont l'amélioration de la condition physique pour 58%, le bon état de santé pour 58% aussi et la perte de poids pour 35%. Un total de 250 000 licenciés est comptabilisé pour l'année 2014 ¹². En 2019, le nombre de licenciés avait atteint les 420 000 licenciés.

Au premier novembre 2015, la catégorie des Vétérans s'est faite peau neuve et s'est rebaptisée en catégorie Masters (1988 et avant). Cette même catégorie est sous-divisée en 11 sous-groupes allant de 0 (les plus jeunes de cette catégorie) à 10 (les séniors de cette catégorie qui sont nés en 1938 et avant). Ces catégories sont valables du 01/09/2022 au 31/08/2023 (tableau 2) ¹³.

CATEGORIE	CODE	ANNEE DE NAISSANCE
Masters	VE	1988 et avant
Seniors	SE	1989 à 2000
Espoirs	ES	2001 à 2003
Juniors	JU	2004 et 2005
Cadets	CA	2006 et 2007
Minimes	MI	2008 et 2009
Benjamins	BE	2010 et 2011
Poussins	PO	2012 et 2013
École d'Athlétisme	EA	2014 à 2016
Baby Athlé	BB	2017 et après

Détails des catégories Masters

CATEGORIE	CODE	ANNEE DE NAISSANCE
Masters H et F	M0	1988 - 1984
	M1	1983 - 1979
	M2	1978 - 1974
	M3	1973 - 1969
	M4	1968 - 1964
	M5	1963 - 1959
	M6	1958 - 1954
	M7	1953 - 1949
	M8	1948 - 1944
	M9	1943 - 1939
	M10	1938 et avant

Tableau 2 Les différentes catégories d'âge en compétition 2022 ¹³

2. Physiologie

2.1. Anatomie des muscles squelettiques

Chez l'adulte, la masse musculaire représente environ 40% du poids corporel.

Pendant la pratique sportive, les muscles vont être davantage sollicités. L'effort physique régulier favorise le développement de la masse musculaire. Les fibres musculaires deviennent ainsi plus réactives aux stimulations des cellules nerveuses: elles se contractent de manière plus efficace et améliorent l'utilisation des nutriments.

Le tissu d'un muscle est constitué de fibres musculaires, celles-ci composées de cellules appelées myocytes, qui renferment dans leur cytoplasme de nombreux filaments allongés parallèlement au grand axe de la cellule. Ces filaments sont de deux types: les uns, fins, sont faits d'actine, les autres, épais, sont composés de myosine. C'est grâce à leur interaction que la contraction musculaire s'effectue ⁴.

On peut distinguer plusieurs types de fibres musculaires qui se différencient par leur vitesse maximale de raccourcissement (tableau 3).

Les fibres de type I à contraction lente sont très répandues dans les muscles squelettiques. Elles sont très vascularisées, contiennent beaucoup de mitochondries et peu de glycogène. Elles sont peu fatigables et sont utilisées lors d'exercices peu puissants et prolongés (maintien de la posture et de l'endurance). Elles interviennent dans un métabolisme à prédominance aérobie. Ce sont celles qui seront recrutées pour la course de fond ¹⁴.

Les fibres de type II à contraction rapide sont localisées dans les muscles lisses. Elles sont pauvres en mitochondries, peu vascularisées et riches en glycogène. Ces fibres sont fatigables car elles produisent rapidement de l'acide lactique et sont sollicitées lors d'exercices brefs mais intenses. Elles interviennent dans un métabolisme à prédominance anaérobie. Elles se subdivisent en type IIa, IIb ¹⁴.

Les fibres de type IIa sont dites « intermédiaires ». Leur concentration varie en fonction des individus. Elles peuvent évoluer en type I (à la suite d'entraînements endurants) ou en type II (à la suite d'entraînements de résistance).

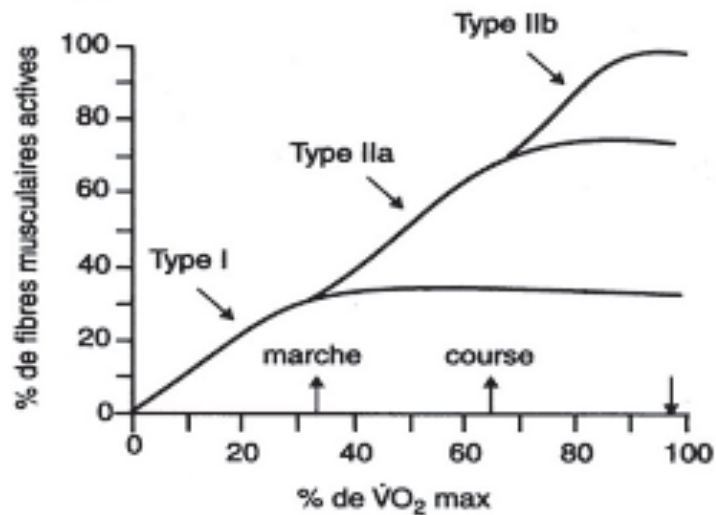


Figure 1 Recrutement des fibres musculaires en fonction de la $\dot{V}O_2$ max

Sur la figure 1, on comprend que lors d'exercices de faible intensité (marche), la force musculaire est essentiellement générée par les fibres musculaires de type I. Lorsque l'intensité augmente, les fibres IIa s'ajoutent aux précédentes et lors d'un exercice où la force est maximale comme le sprint, les fibres IIb, dites rapides, sont également sollicitées.

	Terminologie	Propriétés	Propriétés
	Conventionnelle:	Métaboliques :	Contractiles :
Type I	Slow twitch	Métabolisme oxydatif	Résistantes à la fatigue
Type IIa	Fast twitch red	Métabolisme oxydatif glycolytique	Résistantes à la fatigue
Type IIb	Fast twitch white	Métabolisme anaérobie	Sensibles à la fatigue

Tableau 3 Les principales caractéristiques des fibres musculaires

L'organisme humain comprend trois sortes de tissus musculaires en fonction de leur localisation et de leur fonction: le muscle strié cardiaque, le muscle lisse et le muscle strié squelettique.

Appelé également myocarde, le muscle strié cardiaque a une structure voisine des muscles striés mais ses contractions sont rythmées, autonomes et involontaires. Sa fonction principale est de propulser le sang vers l'appareil cardio-respiratoire.

Les muscles lisses sont constitués de fibres musculaires non striées. Ils sont sous le contrôle du système nerveux neurovégétatif, leur contraction est involontaire. On les retrouve au niveau des parois des viscères et des vaisseaux.

Les muscles striés squelettiques unissent les os, stabilisent les articulations et permettent la mobilité. Leur contraction est volontaire et soumise au contrôle cérébral. Ils assurent la motricité et la fonction de locomotion sous le contrôle du système nerveux. Ils assurent également la fonction de préhension et de manipulation.

Chaque fibre musculaire est connectée à une terminaison nerveuse qui reçoit les ordres en provenance du cerveau; l'impulsion nerveuse stimule le muscle en libérant un neurotransmetteur chimique (substance sécrétée par certains neurones pour transmettre l'influx nerveux vers d'autres cellules), l'acétylcholine; celle-ci, par l'intermédiaire d'une chaîne de réactions chimiques, entraîne à son tour la contraction du muscle par l'intermédiaire de la plaque motrice (zone de la cellule musculaire avec laquelle la fibre nerveuse qui la commande entre en contact). Ces muscles sont constamment maintenus dans un état de contraction modérée: c'est le tonus musculaire ⁴.

C'est sur ces derniers que nous nous attarderons dans l'exercice de la course à pied (figure 2).

Le métabolisme de la fibre musculaire se modifie et la capacité d'oxydation diminue avec l'âge. Le stress oxydatif serait responsable de certains changements observés au sein de la mitochondrie: lésions de l'ADN mitochondrial, réduction du taux de certaines enzymes oxydatives et modifications de la perméabilité membranaire. Le métabolisme des glucides et des lipides évolue dans le sens d'une plus grande consommation de glucides associée à une épargne lipidique. Le vieillissement s'accompagne aussi d'une perte de masse musculaire au profit de la masse grasse.

Certaines études semblent démontrer qu'un exercice physique régulier, tant en endurance qu'en force, serait susceptible de freiner ces événements ¹¹.

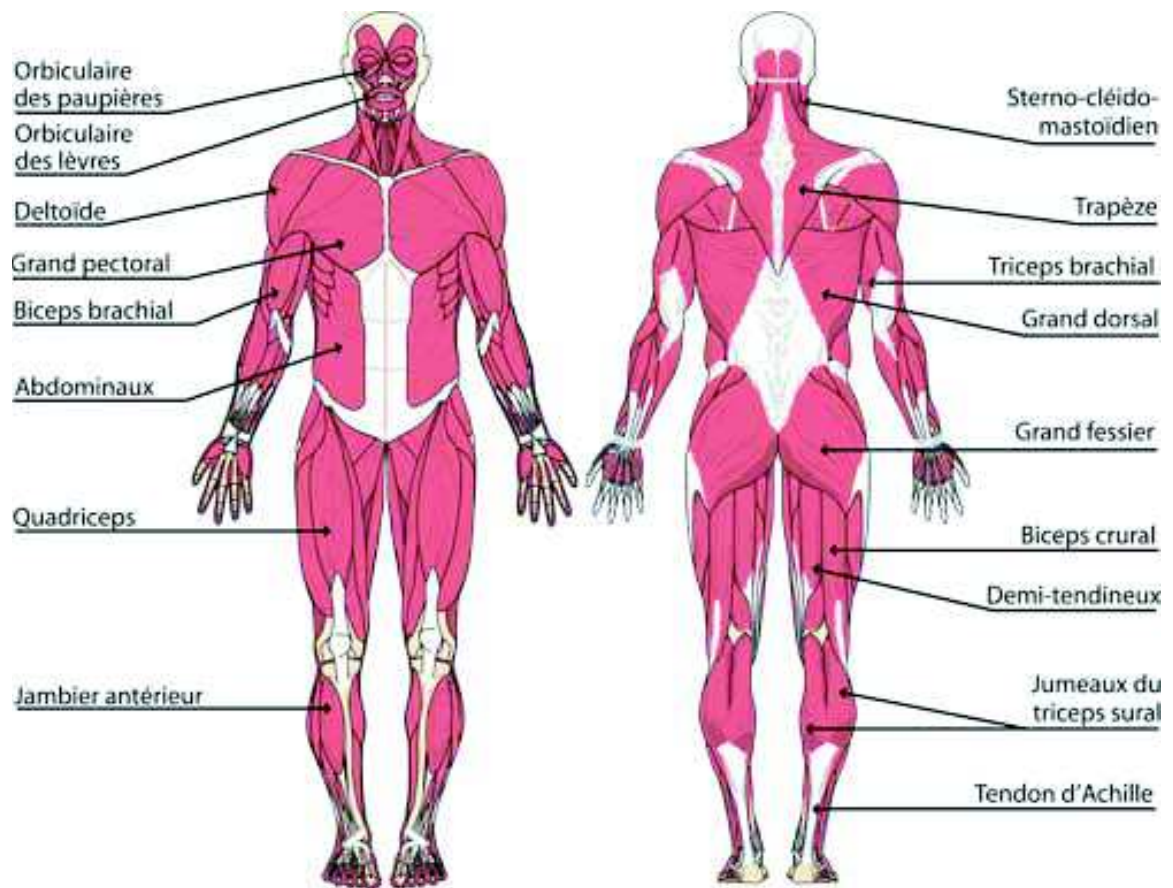


Figure 2 Représentation de l'ensemble des muscles squelettiques du corps humain

2.2. Structure du muscle strié squelettique

Un muscle strié squelettique est constitué de fibres musculaires allongées associées en faisceaux et regroupées par des enveloppes de tissus conjonctif. Une fibre musculaire résulte de la fusion de plusieurs cellules non différenciées à noyau unique appelées myoblastes. Elles présentent, chacune, plusieurs noyaux répartis à la périphérie de la cellule. Chaque fibre musculaire est délimitée par une membrane appelée sarcolemme et contient dans son cytoplasme (sarcoplasma) des myofibrilles qui constituent le support de la contraction musculaire (figure 3). Une myofibrille est composée de plusieurs sarcomères. Il existe une alternance de bandes A et de bandes I sur la longueur de chaque myofibrille. La strie Z se trouve au milieu de chaque bande I. Le sarcomère est la région comprise entre deux stries Z successives. Il représente l'unité contractile de la fibre musculaire. Les mitochondries sont contenues dans le sarcoplasma d'une fibre musculaire. Ce sont elles qui produisent l'énergie (ATP) qui sera utilisée par la fibre musculaire ce qui permet la contraction des myofibrilles ¹⁴.

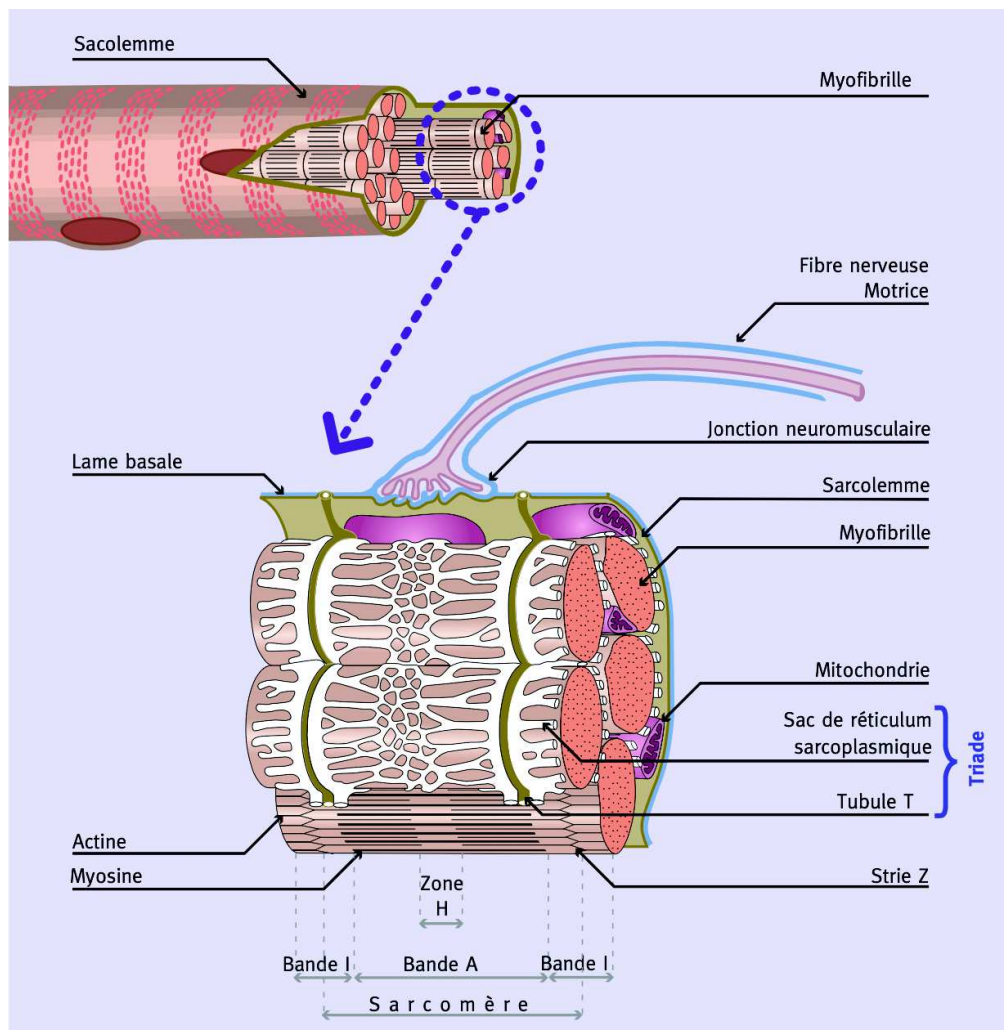


Figure 3 Représentation schématique de la fibre musculaire aux myofilaments ¹⁴

La triade est une structure formée d'un tubule T et de deux sacs de réticulum sarcoplasmique. Le tubule T est une fine invagination tubulaire du sarcolemme qui pénètre profondément à l'intérieur de la fibre musculaire. Le réticulum sarcoplasmique lisse constitue la réserve de calcium nécessaire à la contraction musculaire. Cette structure permet le passage du signal nerveux et la libération du calcium à partir du réticulum sarcoplasmique.

Le sarcomère se caractérise par l'association de filaments protéiques fins (myofilaments d'actine) et épais (myofilaments de myosine). La contraction musculaire est possible par le glissement des filaments des uns sur les autres (figure 4).

La jonction neuro-musculaire est une zone privilégiée où s'effectue la neurotransmission. C'est une synapse particulière entre la terminaison nerveuse (ou axonale) du motoneurone et la fibre musculaire. Elle permet, par l'intermédiaire de l'acétylcholine, la transmission de l'excitation du motoneurone à la fibre musculaire.

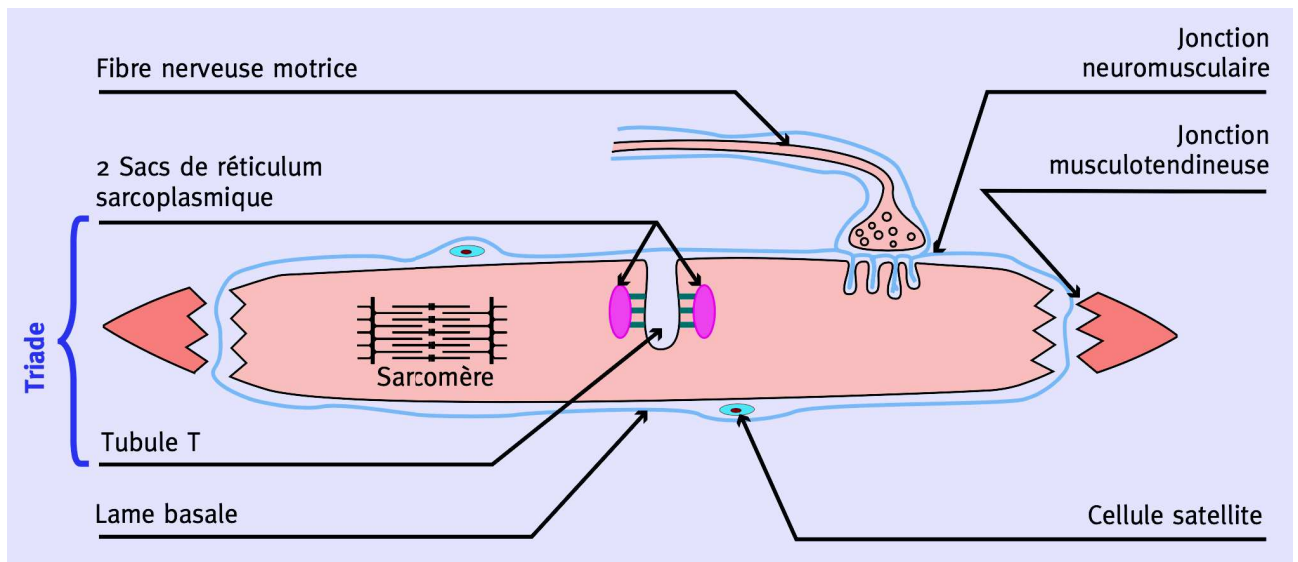


Figure 4 Organisation cellulaire d'une fibre musculaire ¹⁴

Les cellules satellites, situées entre la lame basale et le sarcolemme, sont des cellules souches situées à proximité des cellules musculaires. Elles ont la capacité de se multiplier à l'identique pour produire de nouvelles cellules souches. Ainsi lors d'une lésion du muscle squelettique, les cellules satellites sont rapidement activées pour régénérer le muscle.

Dans le paradigme actuel de la théorie du domaine myonucléaire, certaines études auraient démontré le rôle de « mémoire musculaire » de ces cellules chez des rongeurs (qui pourraient s'avérer similaire chez l'Homme).

Il a été postulé qu'il existe une relation linéaire entre la taille des fibres musculaires et le contenu myonucléaire. Le domaine myonucléaire est maintenu (relativement) constant par

l'ajout de noyaux supplémentaires (fournis par les cellules satellites musculaires) pendant l'hypertrophie des fibres musculaires et la perte de noyaux (par apoptose) pendant l'atrophie des fibres musculaires. Cependant, des données, issues d'études animales récentes, suggèrent que les myonucléaires, ajoutés pour soutenir l'hypertrophie des fibres musculaires, ne sont pas perdus dans divers modèles d'atrophie musculaire. Il a été suggéré que cette permanence des myonucléaires constituait un mécanisme permettant à la fibre musculaire de (re)croître plus efficacement lors du réentraînement, un phénomène appelé « mémoire musculaire ». Le concept de « mémoire musculaire par la permanence myonucléaire » s'appuie principalement sur des données obtenues à partir de modèles expérimentaux de rongeurs. La question de savoir si le mécanisme postulé est également valable chez l'homme reste largement ambiguë. Néanmoins, plusieurs études menées chez l'homme fournissent des éléments susceptibles de confirmer ou de contredire (en partie) l'hypothèse de la « mémoire musculaire ». L'objectif de la présente étude est de discuter des preuves de l'existence de la « mémoire musculaire » dans des modèles animaux et humains d'hypertrophie et d'atrophie des fibres musculaires ¹⁵.

Chaque muscle est inséré sur l'os par l'intermédiaire de tissus fibreux, élastiques et solides appelés tendons (figure 5). Chacun est relié à la moelle épinière par un nerf périphérique. Les nerfs moteurs transmettent aux muscles les ordres émis (influx nerveux) par le système nerveux central. Les muscles se contractent de façon consciente (par exemple le biceps qui plie le bras) ou inconsciente (les muscles respiratoires).

Assurée par des artères et des veines, la vascularisation est essentielle au fonctionnement musculaire. Les artères fournissent au tissu musculaire les nutriments et l'oxygène nécessaires à son fonctionnement. Les veines suivent le chemin inverse de celui des artères. La circulation de retour débarrasse le muscle des déchets provenant du travail musculaire (acide lactique, dioxyde de carbone ou CO₂). L'accumulation de l'acide lactique nuit à la poursuite de l'effort musculaire ¹⁴.

Un muscle squelettique est entouré de plusieurs couches de tissu conjonctif comme le montre la figure 5. L'endomysium entoure chaque fibre musculaire. Le pérимыsium rassemble les différentes fibres musculaires en faisceau de fibres musculaires. L'épимыsium recouvre l'ensemble du muscle. Après avoir traversé l'épимыsium, les vaisseaux sanguins (artérioles, veinules), qui assurent la vascularisation du muscle, donnent naissance à un fin réseau de capillaires qui gagne le pérимыsium puis l'endomysium pour vasculariser chaque fibre musculaire.

Les prolongements des nerfs gagnent également le péricmysium. Ils se terminent en arborisation dont les ramifications se terminent dans la jonction neuromusculaire pour innerver les différentes fibres musculaires ¹⁴.

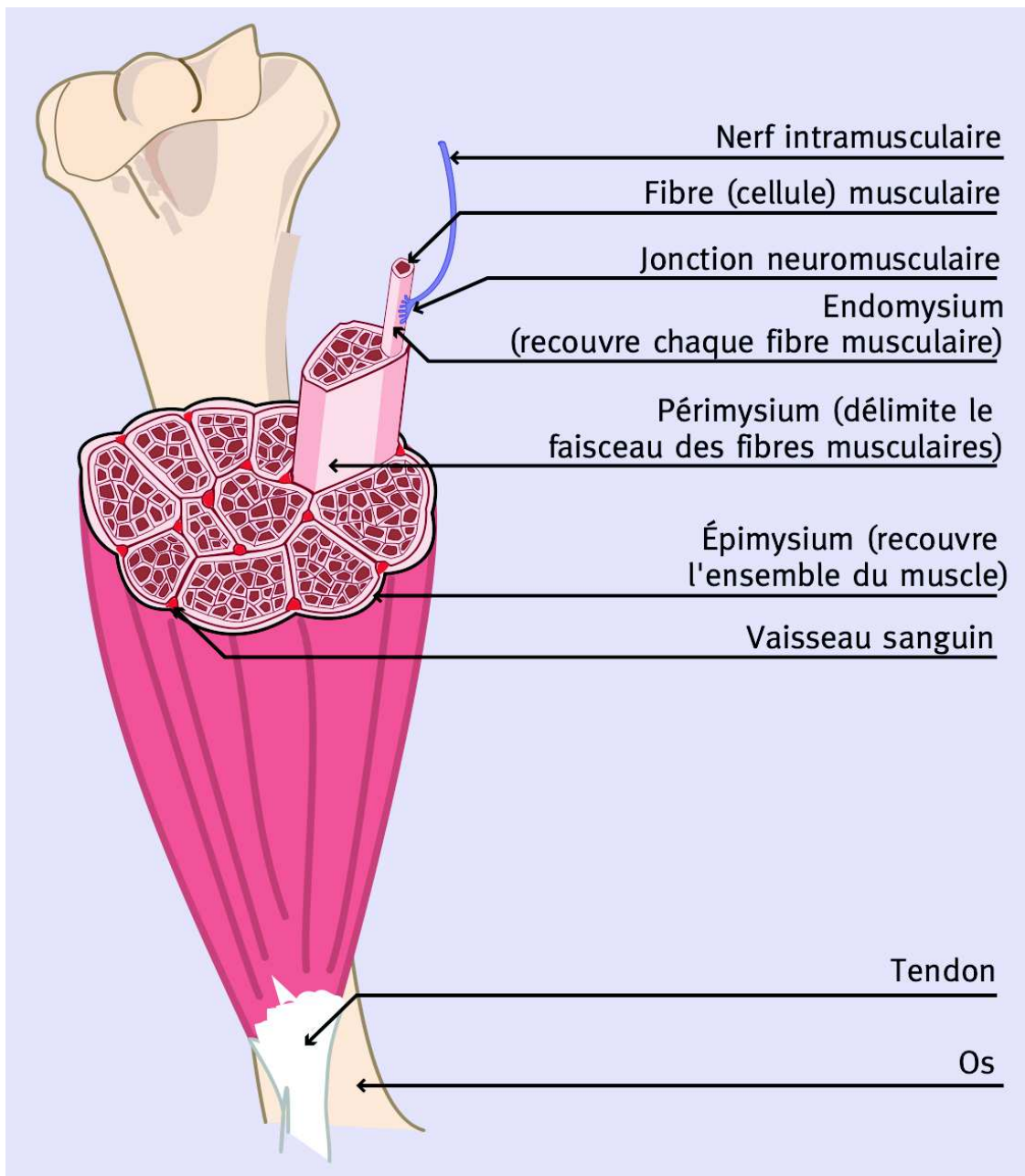


Figure 5 Anatomie du muscle strié squelettique ¹⁴

2.3. Mécanisme de la contraction musculaire

Ce sont les propriétés du muscle (excitabilité, élasticité, contractilité, extensibilité) qui lui permettent de remplir ses fonctions.

Le système nerveux central (cerveau, cervelet, moelle épinière) représente le lieu d'intégration de l'information et de la commande motrice grâce à laquelle la volonté s'exerce. Le système nerveux périphérique (racines nerveuses et nerfs périphériques) diffuse cette information jusqu'au muscle par l'intermédiaire de la jonction neuromusculaire.

La contraction du muscle est permise par l'excitation des fibres musculaires par les motoneurones. Les fibres musculaires sont innervées par des motoneurones. Chaque motoneurone innerve plusieurs fibres musculaires qu'il active de façon synchrone.

La structure de base autour de laquelle s'articule la physiologie musculaire est l'unité motrice.

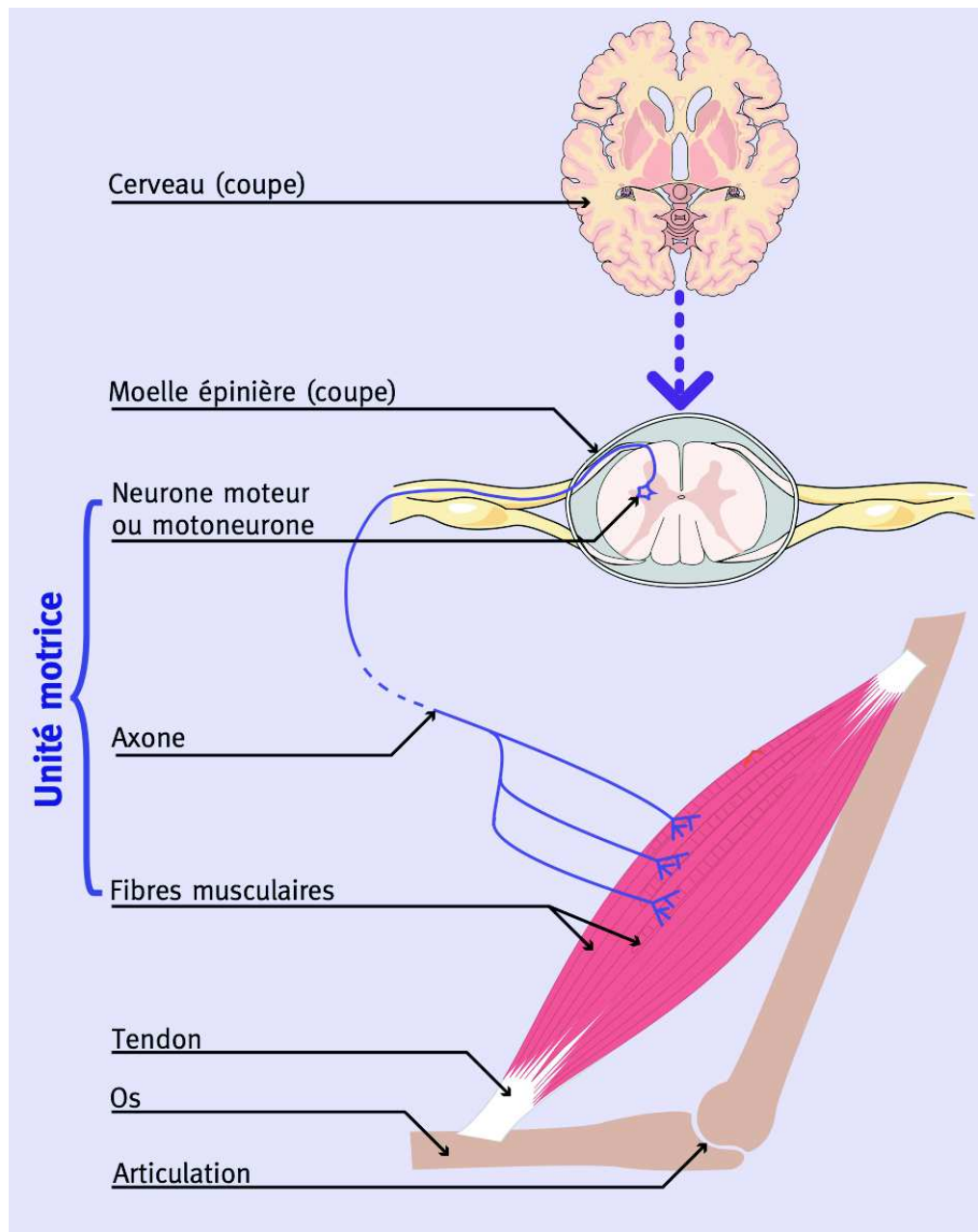


Figure 6 Le contrôle de l'activité musculaire par le système nerveux ¹⁴

Une unité motrice est formée par un motoneurone (neurone moteur) situé dans la moelle épinière, son prolongement (axone) qui chemine dans le nerf périphérique et l'ensemble des fibres musculaires que le motoneurone innerve. Chaque axone moteur se divise en un certain nombre de ramifications, chacune d'elles innervant une seule fibre musculaire. Lors d'un mouvement, le contrôle de la force de contraction est lié au nombre d'unités motrices recrutées ¹⁴ (figure 6).

Le mécanisme commence au niveau du cerveau ou de la moelle épinière où une stimulation est envoyée au motoneurone sous forme de potentiel d'action. Celui-ci induit une dépolarisation de la membrane nerveuse qui déclenche l'ouverture des canaux calciques voltage-dépendants et la libération de l'acétylcholine dans la fente synaptique (figure 7).

L'acétylcholine, neurotransmetteur libéré par la terminaison nerveuse, pénètre dans le cytoplasme du motoneurone. Il se fixe à un récepteur spécifique (récepteur de l'acétylcholine) de la membrane musculaire ce qui déclenche un signal qui va se propager à la surface de la fibre musculaire. C'est le potentiel d'action musculaire. Le couplage excitation-contraction débute à ce moment. Le signal se propage tout le long de la membrane musculaire (sarcolemme), pénètre profondément à l'intérieur de la fibre musculaire grâce aux tubules transverses ou tubules T et provoque la libération d'ions calcium (Ca^{++}) à partir des citernes terminales du réticulum sarcoplasmique. Sa concentration augmente dans le cytoplasme de la fibre musculaire (sarcoplasme). Cette augmentation de la concentration en ions Ca^{++} va être à l'origine du déclenchement du mécanisme moléculaire de la contraction qui provoque la fixation et le glissement des filaments protéiques d'actine et de myosine. La phase de relaxation musculaire intervient lorsque l'excitation nerveuse cesse: le calcium libéré dans le cytoplasme est alors recapté, grâce un transporteur, au niveau du réticulum sarcoplasmique longitudinal ¹⁶.

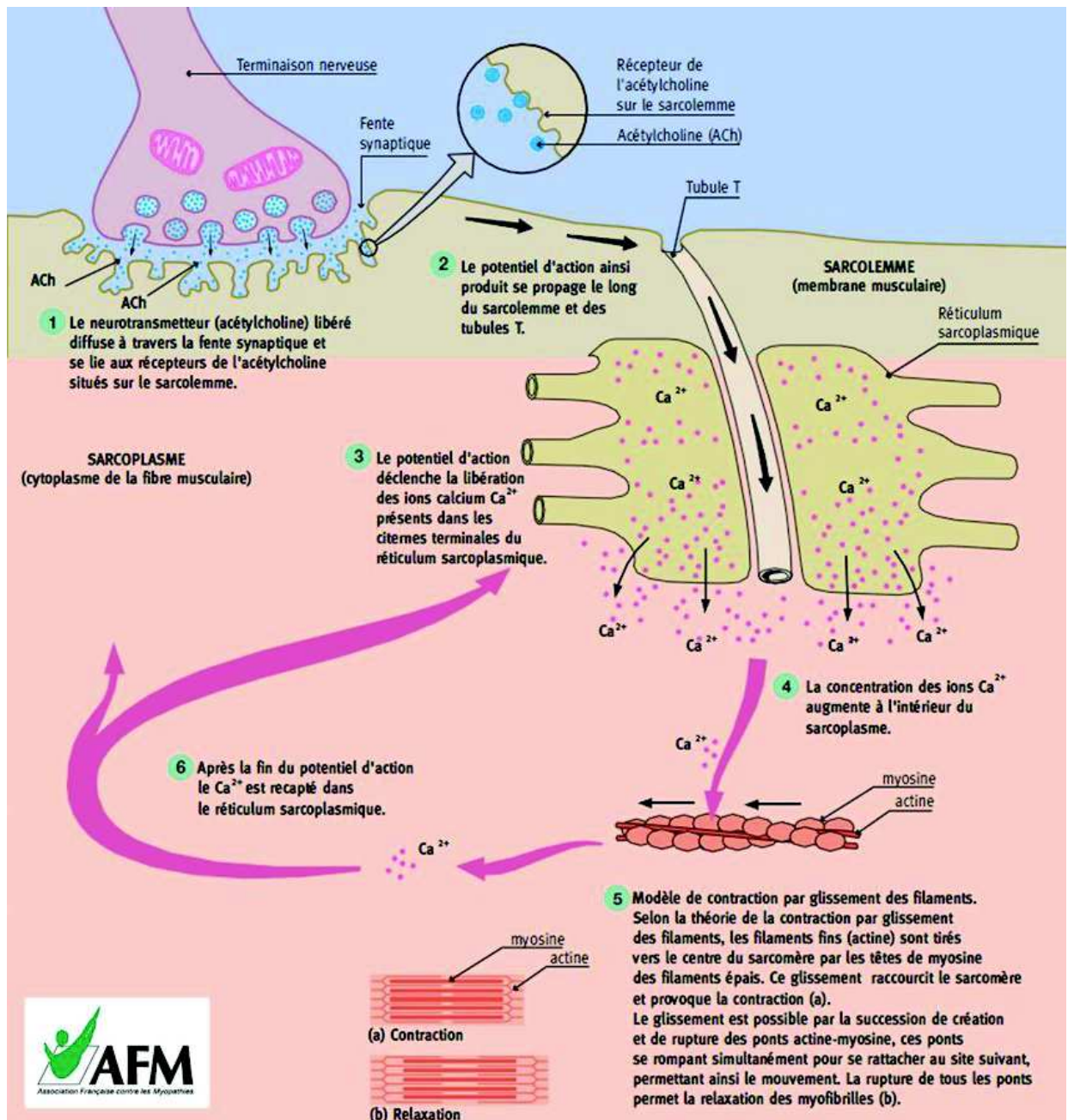


Figure 7 Succession des étapes aboutissant à la contraction musculaire ¹⁶

Au niveau des myofibrilles, les ions calcium disponibles s'associent avec la troponine C. Cette liaison déplace le complexe troponine-tropomyosine de sa position au niveau du filament d'actine. Ce mouvement libère ainsi les têtes de myosine des sites de liaison. Chaque tête de myosine peut donc s'associer avec une molécule d'ATP ce qui dissocie les têtes de myosine du filaments d'actine. Lors de la phase d'hydrolyse de l'ATP, les têtes de myosine pivotent et se lient faiblement à une nouvelle molécule d'actine. La libération du phosphate inorganique (Pi), obtenu par hydrolyse de l'ATP, provoque un changement de conformation des têtes de myosine. Ce mouvement entraîne le déplacement du filament d'actine. La contraction musculaire se fait par glissement des filaments d'actine entre les filaments de

myosine ce qui entraîne une diminution de la distance entre les stries Z. À la fin de la contraction, la tête de myosine libère l'ADP et reforme un pont transversal avec le filament d'actine (figure 8).

La diminution des ions calcium dans le cytosol induit une dissociation des complexes calcium-troponine C. Le complexe troponine-tropomyosine retrouve sa position de départ. Ainsi les sites de liaison au niveau du filament d'actine ne sont plus disponibles ce qui induit la relaxation et donc le retour à un état de repos au niveau de la myofibrille et la fibre se relâche. Au repos, en l'absence d'ATP, les têtes de myosine sont associées aux filaments d'actine ce qui donne la rigidité du muscle ¹⁷.

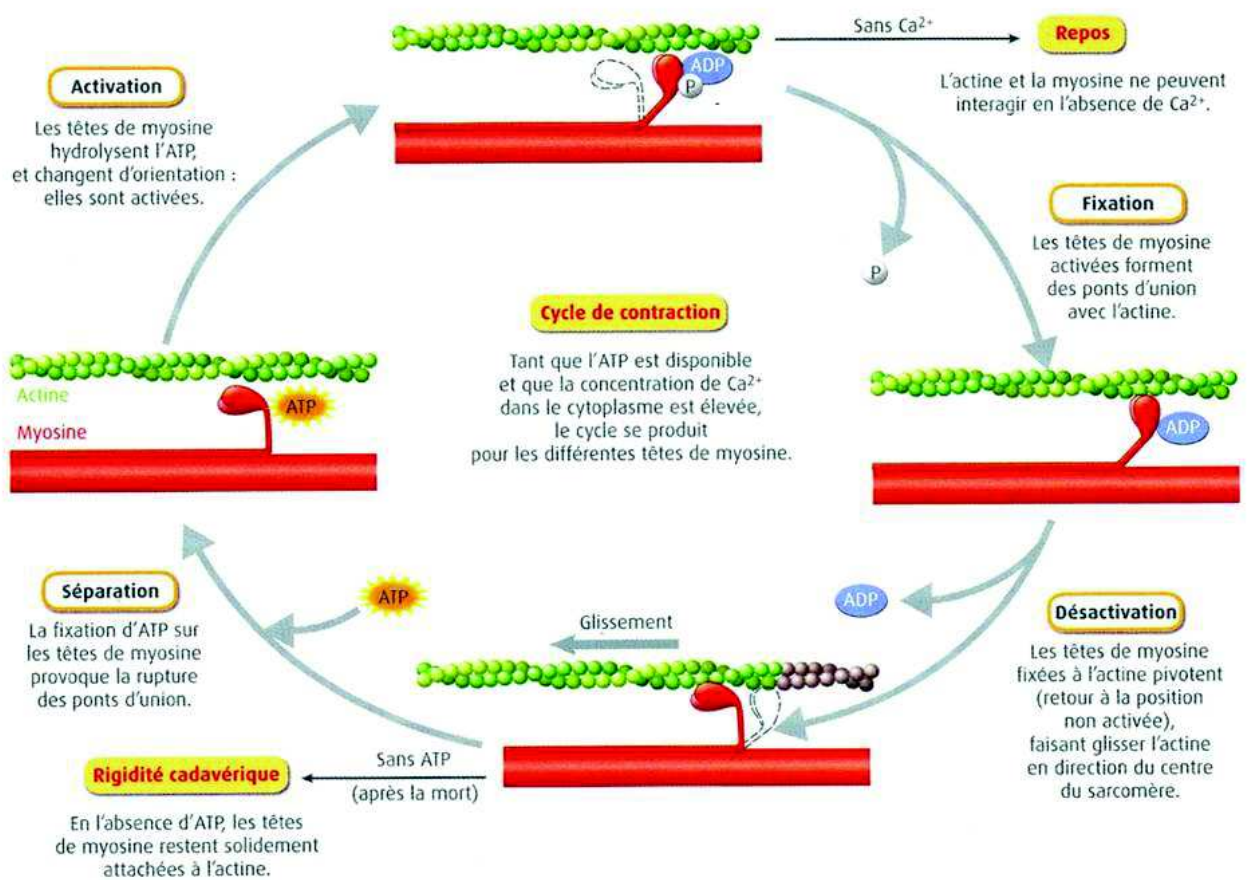


Figure 8 Représentation du cycle de contraction musculaire

2.4. Les principaux muscles sollicités lors de la course à pied

Au cours d'un effort physique, comme vu plus haut, une contraction du muscle va être déclenchée pour permettre le mouvement. Lors de la course à pied, plusieurs groupes de muscles vont être sollicités (figure 9).

Dans le membre inférieur, on va retrouver le quadriceps, principal muscle de la loge antérieure de la cuisse. Sa principale fonction est l'extension de la cuisse (levée du genou) mais il permet également la flexion de la hanche, la stabilisation de la rotule et de l'articulation du genou et il permet les rotations du genou en flexion.

Les ischio-jambiers (IJ) sont situés dans la loge postérieure de la cuisse. Ils assurent la flexion de la jambe et accessoirement l'extension de la cuisse. Ils sont également antagonistes du quadriceps en empêchant l'extension complète du genou. Ils assurent l'avancée du genou vers l'avant lors de la foulée.

Très sollicités lors de la course à pied, les ischio-jambiers sont particulièrement exposés aux risques de blessures.

Le muscle iliaque (associé au muscle psoas) représente le plus gros fléchisseur de la hanche. Il permet également la flexion et la rotation des vertèbres lombaires ainsi que la maintien de la posture.

Les muscles fessiers, très puissants, sont extenseurs de la cuisse sur le bassin et rotateurs latéraux de la cuisse. Ils stabilisent l'articulation coxo-fémorale et celle du genou au cours de l'effort.

Au niveau de la jambe, on retrouve dans les muscles de la loge antérieure, le muscle tibial antérieur (jambier antérieur sur la figure 9) qui est le principal muscle de cette loge. Il assure la flexion, l'adduction et la rotation médiale du pied.

Dans la loge postérieure, on retrouve le triceps sural qui est le muscle donnant le galbe du mollet. Composé de trois faisceaux, les muscles gastrocnémiens (ou jumeaux) et le muscle soléaire, c'est un muscle qui agit dans la phase de propulsion (soulèvement du talon en transférant le poids du corps sur l'avant du pied). Le triceps sural est extenseur du pied, fléchisseur de la jambe sur la cuisse et adducteur et rotateur médial du pied.

Il intervient également, chez le sportif, dans la phase d'amorti, de propulsion et dans les flexions du genou au cours de l'effort.

Dans le membre supérieur, les muscles abdominaux permettent la stabilité de la posture et évitent la bascule du haut du corps vers l'avant lors de la fatigue par exemple. Ils servent également à la flexion et à la rotation du tronc.

Le triceps brachial est l'unique muscle de la loge postérieure du bras. C'est un muscle stabilisateur de l'épaule. Il permet l'extension et l'adduction du bras au niveau de l'articulation de l'épaule.

Le biceps brachial est dit antagoniste du triceps brachial puisqu'il effectue le mouvement inverse. Il est fléchisseur du bras et de l'avant bras et supinateur de l'avant bras lorsque le coude est fléchi.

Le mouvement des membres supérieurs permet de minimiser l'amplitude de rotation du tronc et ainsi de le stabiliser. Cela réduit l'énergie à fournir durant une course à pied de fond.

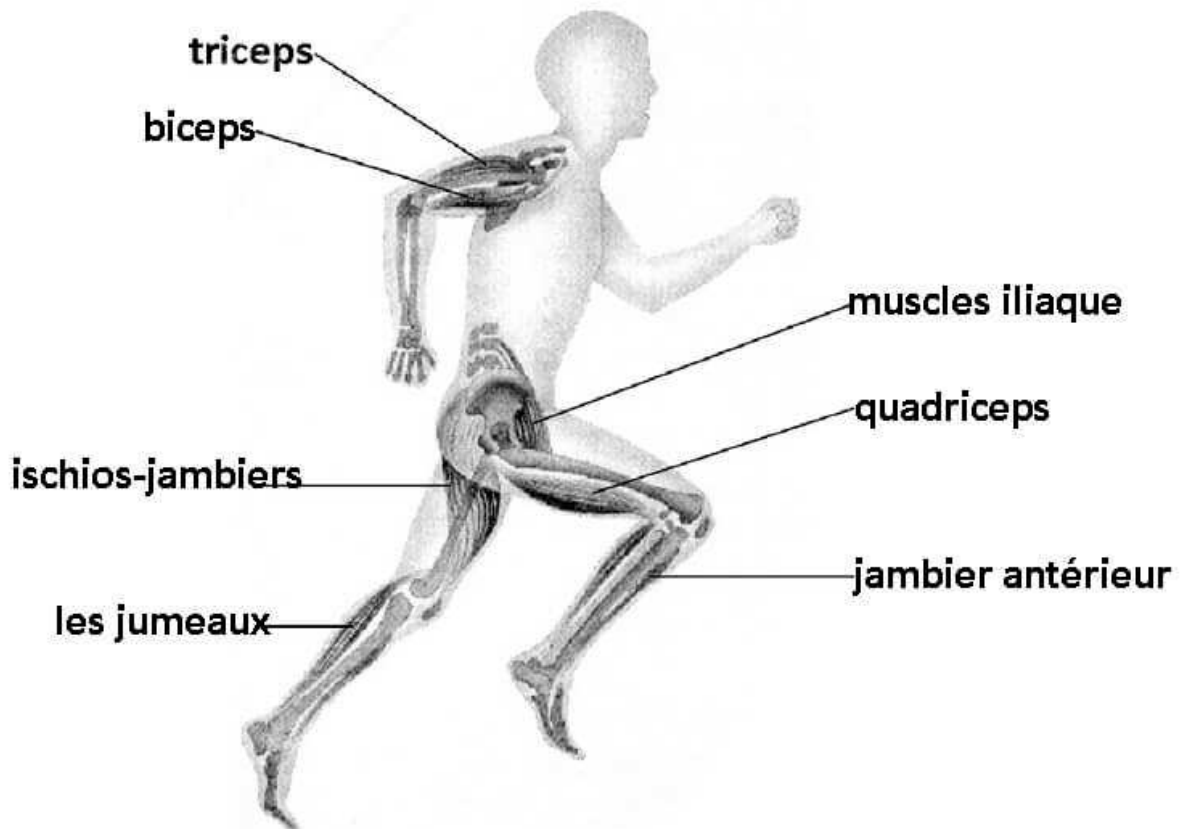


Figure 9 Principaux muscles sollicités pendant la course à pied

2.5. Métabolisme de la contraction musculaire

Tous les être vivants ont besoin d'un apport continu d'énergie pour bouger. L'Adénosine Tri Phosphate (ATP) est la principale forme de stockage de l'énergie chimique. Malheureusement ces réserves sont disponibles en très faible quantité permettant uniquement quelques dizaines de secondes de travail musculaire. L'organisme a besoin de consommer de l'énergie, il va donc puiser dans nos réserves en commençant par les glucides puis les lipides et enfin les protides qui sont essentiellement stockés dans le muscle. Pour assurer des exercices prolongés, il faut donc perpétuellement maintenir le renouvellement de l'ATP musculaire ainsi que les stocks énergétiques issus de l'oxydation des aliments qui représentent

le carburant essentiel régénérant l'ATP. La dépense énergétique varie d'une personne à l'autre, pour une même activité donnée, en fonction de l'âge de la personne, de son poids, etc. Elle dépendra également de l'intensité, des conditions, de la durée de l'effort physique et de l'état initial du stock des différents substrats.

Le métabolisme énergétique est l'ensemble des réactions chimiques, au niveau des cellules de l'organisme, qui comprend dans sa globalité trois grandes voies biochimiques pour la synthèse d'ATP.

Deux systèmes fonctionnent sans apport d'oxygène.

2.5.1. Le système ATP-CP

La voie **anaérobie alactique** (voie des phosphagènes) consiste à utiliser exclusivement les sources en phosphagène intra-musculaire (ATP et phosphocréatine). L'ATP étant dégradé rapidement au cours de la contraction musculaire, il est resynthétisé en continu à partir de la dégradation de la phosphocréatine. La teneur en phosphocréatine est environ quatre fois plus élevée que celle de l'ATP dans le muscle squelettique au repos. Cette voie est limitée par la quantité de phosphocréatine. Elle est utilisée lors des sprints de 100 mètres par exemple (tableau 4). La capacité du processus d'anaérobie alactique est majorée par le développement de la masse musculaire et l'augmentation de la concentration de phosphocréatine musculaire.

2.5.2. La glycolyse anaérobie lactique

La voie **anaérobie lactique** (glycolyse anaérobie) dégrade le glycogène en acide pyruvique et en acide lactique. L'inertie du métabolisme anaérobie lactique est plus importante que celle du métabolisme anaérobie alactique. La puissance maximale anaérobie lactique serait atteinte en environ 5 secondes lors d'un exercice maximal. Cette puissance maximale est intermédiaire entre celles des métabolismes aérobie et anaérobie alactique (tableau 5). Sa capacité de travail est moyenne et correspond à environ 50% de la dépense énergétique au cours d'un exercice correspondant à un épuisement au bout de 1,5 à 2 minutes. Elle aboutit à la formation d'acide lactique dont l'accumulation perturbe les processus contractiles (fatigue musculaire, crampes, tétanie). Le dosage du lactate musculaire et sanguin fournit une bonne indication de l'intensité de la glycolyse anaérobie.

Le facteur limitant la poursuite d'un exercice maximal dans le domaine du métabolisme anaérobie lactique n'est pas l'épuisement du glycogène mais l'augmentation rapide de l'acidose musculaire qui bloquerait les voies métaboliques ¹⁸.

2.5.3. La glycolyse aérobie

Les efforts plus prolongés utilisent essentiellement le métabolisme **aérobie** (tableau 4). La voie aérobie, ou respiration, permet aux muscles de disposer d'une quantité d'énergie pratiquement inépuisable, à partir du glycogène, des triglycérides intramusculaires, du glucose et des acides gras libres apportés par la circulation, à condition que la puissance de l'exercice ne soit pas trop élevée. Elle dégrade diverses molécules organiques mises en réserve (glucose musculaire et hépatique, acides gras du tissu adipeux) en ATP par oxydation simple en utilisant l'oxygène du sang circulant. La puissance maximale du métabolisme aérobie s'exprime par le débit maximal d'oxygène (VO_2 max), critère principal de l'aptitude aux sports d'endurance.

La capacité de travail de ce métabolisme est très élevée et permet la réalisation d'exercices de plusieurs minutes à puissance maximale aérobie et de plusieurs heures à des pourcentages de VO_2 max allant de 50% (sujet moyen) à 85% (marathonien de haut niveau) ¹⁹.

Ces trois voies s'enclenchent à des périodes différentes mais pas de façon succincte. Elles peuvent être utilisées en même temps mais avec des cinétiques bien distinctes (figure 10).

L'accent sera mis sur la filière aérobie qui est la plus pertinente dans un contexte d'activités physiques et/ou sportives pratiquées principalement pour améliorer ou entretenir l'état de santé ou de bien-être. Cette voie biochimique est aussi sollicitée dans les activités physiques qui ont pour but la prévention primaire ou secondaire des pathologies le plus fréquentes à un âge avancé (certaines maladies cardio-vasculaires, respiratoires, diabètes, cancers, etc). Enfin elle est aussi prédominante dans un contexte de compétition sportive d'un plus haut niveau, surtout dans les disciplines encore accessibles aux personnes plus âgées ¹¹.

	Filière anaérobie	Filière aérobie
100 m	> 95 %	< 5 %
200 m	90 %	10 %
400 m	75 %	25 %
800 m	55 %	45 %
1500 m	25 %	75 %
10 000 m	3 %	97 %
Marathon	1 %	99 %

Tableau 4 (Newhome et Coll 1992) – Pourcentage de contribution dans la production d'ATP

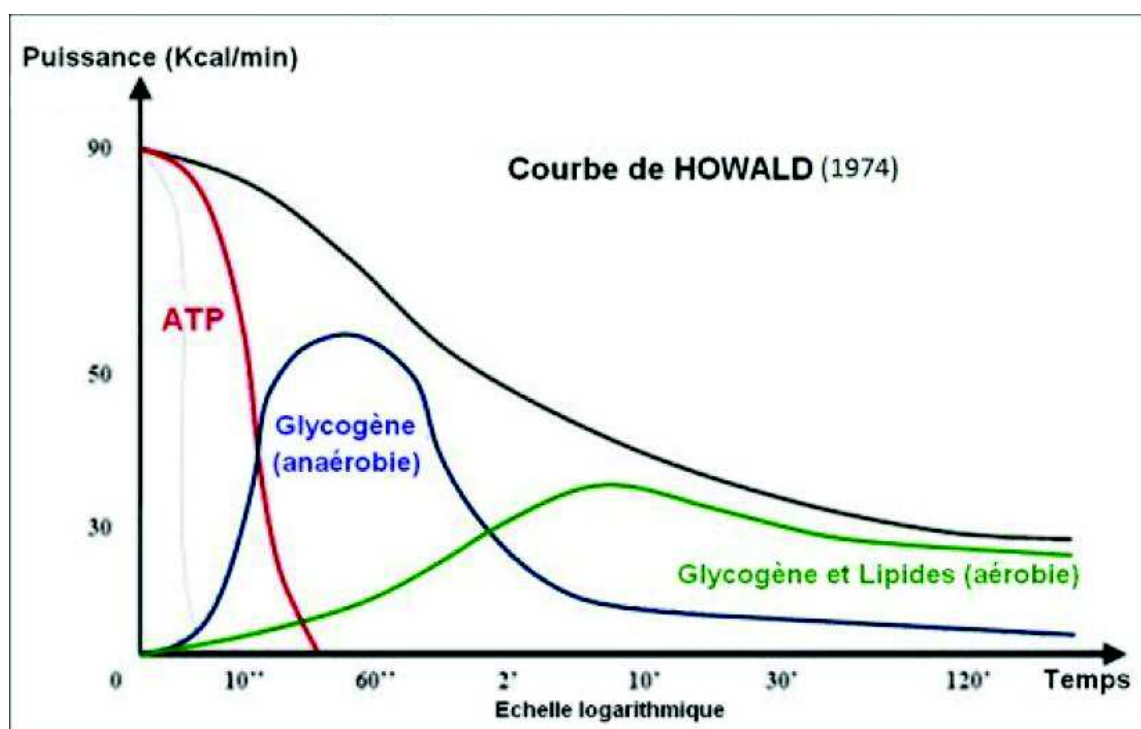


Figure 10 Courbe d'Howald modifiée par Poortmans & Boisseau en 2001-2003

	Anaérobie alactique	Anaérobie lactique	Aérobie	
Substrat	ATP, PC	Glycogène	Glycogène	Acides gras libres
Produit final	ADP et créatine	Lactate	H ₂ O et CO ₂	
Prédominance selon l'effort	Efforts intenses (sprints, sauts, lancers)	Efforts soutenus (200-1000m)	Efforts faibles à modérés (endurance)	Efforts faibles à modérés (endurance)
Puissance (unité arbitraire)	7	3.5	2	1
Temps de maintien à 70% de VO₂max	30s	7min max	90min	Des heures
Délaï de production maximale	Inférieur à 1s	Inférieur à 5s	3min	30min

Tableau 5 Synthèse regroupant les principales caractéristiques des différentes voies énergétiques

2.6. Mécanismes de la glycogénolyse et de la néoglucogenèse

La fourniture d'énergie nécessaire au travail musculaire résulte principalement de l'utilisation métabolique du glucose ou des acides gras. Avec l'augmentation de l'intensité de l'exercice, l'organisme devient de plus en plus dépendant de l'oxydation du glucose. Or les réserves de glucose sous forme de glycogène musculaire ou hépatique restent faibles. C'est la raison pour laquelle l'un des gages de réussite au cours d'exercices de longue durée est la mise en oeuvre de stratégies nutritionnelles destinées à optimiser les réserves en glycogène.

Le glycogène est un glucide complexe présent dans le foie et dans les muscles. C'est une grosse molécule qui stocke de l'énergie en réserve. Elle se constitue de plusieurs molécules de glucose (sucre) liées entre elles. Sa structure lui donne la propriété de pouvoir libérer rapidement des molécules de glucose dans le sang. Le glycogène peut alors rapidement fournir de l'énergie aux muscles lors d'un effort physique. Il se forme à partir des glucides alimentaires. Une fois ingérés, les glucides (amidon des pâtes, sucre des fruits...) sont digérés par l'estomac qui les réduit sous forme de petites molécules de glucose. L'organisme utilise une partie des molécules pour son fonctionnement. Le foie et les muscles stockent alors ce qui n'est pas utilisé sous forme de glycogène. Le glycogène représente la première source d'énergie consommée par l'organisme lors d'un effort.

Le glycogène musculaire s'épuise après environ 90 minutes d'exercice à 75% de VO_2 max et en 4 heures à 55% de VO_2 max (figure 11). La production hépatique de glucose (PHG) est le seul moyen d'approvisionner le sang en glucose en dehors des apports alimentaires. Avec l'épuisement progressif du glycogène musculaire, la part prise par le glucose plasmatique dans la fourniture énergétique devient prédominante. Le maintien de la glycémie devient cruciale et la PHG permet d'assurer la stabilité de la glycémie. Deux voies métaboliques contribuent à la PHG: la glycogénolyse et la néoglucogenèse ¹⁹.

La glycogénolyse est la dégradation du glycogène endogène (hépatique et musculaire). C'est la voie prépondérante en début d'exercice. C'est une phase catabolique qui consiste à produire du glucose à partir du glycogène lorsque l'organisme est en besoin énergétique ou en besoin de glucose. La néoglucogenèse ou glyconéogenèse est la formation de glucose à partir de précurseurs non glucidiques tels que le pyruvate, le lactate, le glycérol et la plupart des acides aminés. Elle devient majeure lors d'un exercice prolongé. Chez les animaux supérieurs, elle se produit essentiellement dans le foie et, à un moindre degré dans le cortex rénal ²⁰. Elle

permet de pallier la diminution du débit de glycolyse dès lors que le glycogène hépatique s'épuise. Elle remplace progressivement la glycolyse hépatique lors de l'exercice physique prolongé et assure la quasi-totalité de la production de glucose endogène lorsque l'exercice physique dure plus de 3 à 4 heures ¹⁹.

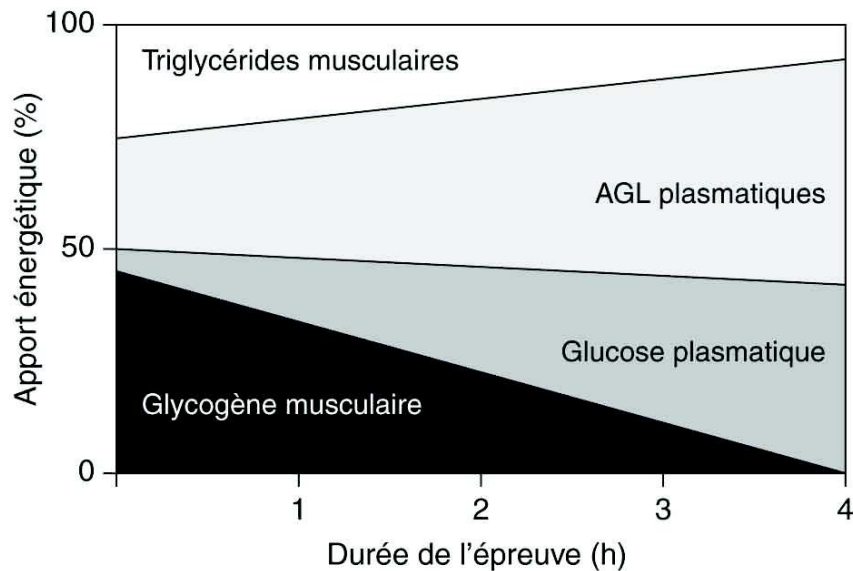


Figure 11 Pourcentage de l'apport énergétique au cours d'un exercice de 50-55% de VO_2 max

Dès le début de l'exercice, l'apport en énergie est fourni pour moitié par les substrats lipidiques (partie supérieure de la figure 11) et pour moitié par les substrats glucidiques (partie inférieure de la figure 11). Pour chaque grand type de substrat, l'origine est précisée, locale (musculaire), ou systémique (plasmatique). L'homéostasie glucidique est réalisée par 3 effecteurs: le foie, le muscle et le tissu adipeux (figure 12).

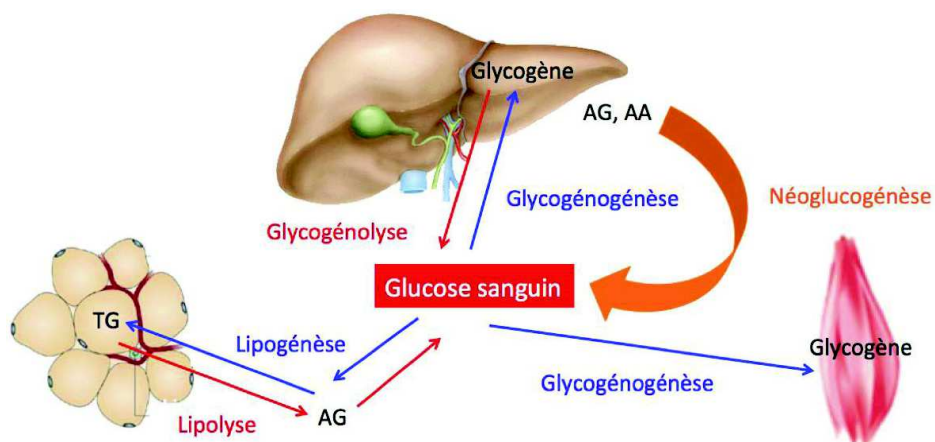


Figure 12 Représentation schématique du métabolisme glucidique

2.7. Analyse descriptive de la foulée

Dans la course à pied, la foulée est définie comme la distance couverte entre deux appuis successifs ⁴. Elle se caractérise par deux phases distinctes: la phase d'appui et la phase de suspension (figure 13). La foulée varie selon plusieurs facteurs: la morphologie, la souplesse et la qualité musculaire de base. Il est possible d'obtenir une amplitude de foulée optimale (qui diffère en fonction de la force et de la taille de chaque sportif) par des exercices de contraste (correction immédiate).

2.7.1 La phase d'appui

Elle est composée de trois temps successifs, l'amortissement, le soutien et l'impulsion. L'amortissement débute par la pose du pied au sol (action de frein) et se termine par le passage du bassin au dessus de l'appui (projection du centre de gravité à la verticale de l'appui).

Le soutien est caractérisé par la position du bassin lorsqu'il est au dessus de l'appui. Ce moment est neutre en terme d'accélération horizontale puisque la force sert au soutien du centre de gravité.

L'impulsion ou poussée débute lorsque le bassin passe en avant de l'appui et se termine lorsque le pied quitte le sol. C'est un temps moteur qui détermine la qualité de la foulée. La vitesse est dépendante de l'accélération produite pendant la phase d'appui.

2.7.2. La phase de suspension

C'est une phase aérienne (pas d'appui au sol) dans laquelle l'accélération ou la décélération n'est pas possible. Elle subit l'action de la pesanteur et des forces externes qui réduisent la vitesse. Au cours de cette phase, un relâchement musculaire intervient. Il optimise, entre autres, l'utilisation de l'O₂.

Généralement la course à pied de fond se distingue du sprint par sa phase d'amortissement. En effet, dans les courses de vitesse, la phase d'appui se fait sur la pointe du pied, le talon ne touchant pas le sol. Lors d'une course de longue distance, l'amorti du contact avec le sol se fait par le talon ou la plante du pied.

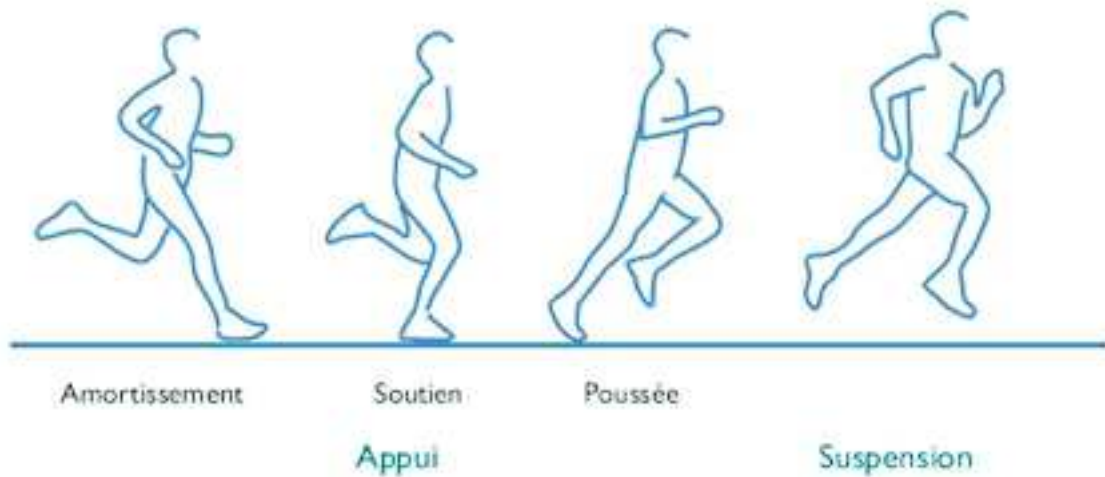


Figure 13 Les différentes phases de la foulée en course à pied

Trois types de foulées sont souvent décrits: la foulée avant-pied, la foulée médio-pied et l'attaque talon (figure 14).

Dans la foulée avant-pied en cycle avant (fore-foot strike), le contact avec le sol ne se fait qu'au niveau de l'avant-pied. Cette foulée (souvent retrouvée chez les enfants) amortit davantage le poids du corps lors de l'impact sur le sol. En effet l'impact est réalisé sur des zones d'amortis naturels (mollets, ischio-jambiers et quadriceps) qui emmagasinent l'énergie cinétique au cours du contact avec le sol et qui renvoient directement une partie de l'onde de choc lors de l'impulsion. Le moment de contact est réduit ce qui permet une phase d'impulsion plus efficace et une performance améliorée. La meilleure absorption de l'impact permet un moindre risque de blessures. Très utilisée au cours des sprints, elle permet d'atteindre la vitesse de pointe.

Lors de la foulée médio-pied (mid-foot strike), c'est le pied qui se pose à plat sur le sol. Elle est reconnue pour ménager les articulations et les muscles. On la retrouve fréquemment chez les coureurs de haut niveau de semi-marathon ou de marathon. C'est donc plutôt une technique de longues distances.

Ces deux foulées se rapprochent d'une foulée dite naturelle autrement dit de la course pieds nus (barefoot). Toutes deux permettent une forte économie d'énergie et facilitent l'impulsion.

L'attaque du talon en cycle arrière (rear-foot strike) est une foulée qui consiste à dérouler le pied en absorbant le sol avec le talon. Cette technique permet de courir à un rythme modéré, elle n'est pas optimale pour atteindre une vitesse de course à pied élevée. En revanche elle est largement utilisée chez les sportifs amateurs. Elle peut convenir pour de la course à pied d'endurance. Elle est souvent controversée puisque la force d'impact se répercute sur les chevilles, les genoux et les tibias et peut engendrer des blessures.



Figure 14 Représentation de l'impact au sol des différentes foulées

Pendant des décennies, l'homme a couru pieds nus ou avec des chaussures avec peu de capacité d'amorti. Depuis quarante ans, l'évolution technologique de chaussures de course à pied est corrélée à l'apparition de semelles amortissantes qui surélèvent la zone du talon. Ainsi le « drop » d'une chaussure de course à pied est la différence de hauteur entre le talon et l'avant du pied ²¹. Pour un pied nu, le drop est égal à zéro. Plus le drop est important et plus la pente entre le talon et l'avant du pied est forte. Il faut veiller à ne pas confondre épaisseur de semelle et drop qui sont deux critères bien distincts. En effet la semelle peut être épaisse sans pour autant avoir une différence de hauteur entre le talon et l'avant du pied. La différence de drop va impacter la foulée du coureur. Un drop important va favoriser l'impact de la foulée au niveau du talon. Au contraire, un drop faible s'accompagne généralement d'une attaque du pied par l'avant. L'avant-pied, bien plus souple que le talon, offre une capacité d'absorption du choc bien plus conséquente.

Cependant ces nouvelles chaussures agissent de façon incomplète sur l'absorption des chocs. Nous sommes passé d'un style naturel avec un impact avant-pied et/ou médio-pied à des utilisateurs de nouveaux modèles de chaussures évoluant vers un impact du sol par le talon. Ce changement pourrait augmenter les prédispositions des sportifs à la survenue de blessures de surcharge.

Il été observé que certains coureurs courent dans un style avant-pied (cycle avant) peu importe la chaussure et que d'autres courent dans un style attaque talon (cycle arrière).

Lorsqu'on demande à ces coureurs de cycle arrière de courir plus vite ou pieds nus, leur foulée se modifie pour devenir une foulée d'avant-pied. Par ailleurs, l'observation atteste que tous les coureurs de « haut niveau » sont des coureurs « avant-pied »²².

La figure 15 ci-dessous nous montre bien que l'attaque avant-pied en cycle avant (observée lors de la course pieds nus entre autres) permet l'augmentation de flexion de la cheville, du genou et de la hanche ce qui réduit considérablement l'impact des chocs. Dans cette situation, lors de la phase d'appui, le pied se pose sous le centre de gravité du corps ce qui permet l'utilisation complète des capacités d'amorti naturel.

L'attaque talon en cycle arrière entraîne une extension du membre inférieur augmentant l'impact des chocs (tension articulaire liée à l'extension au moment de l'impact). Lors de la phase d'appui, le pied se posera en avant du centre de gravité, la triple flexion ne pourra être réalisée. Les forces d'impact seront alors amorties par des structures telles que le tibia, le genou, la hanche ou le dos.

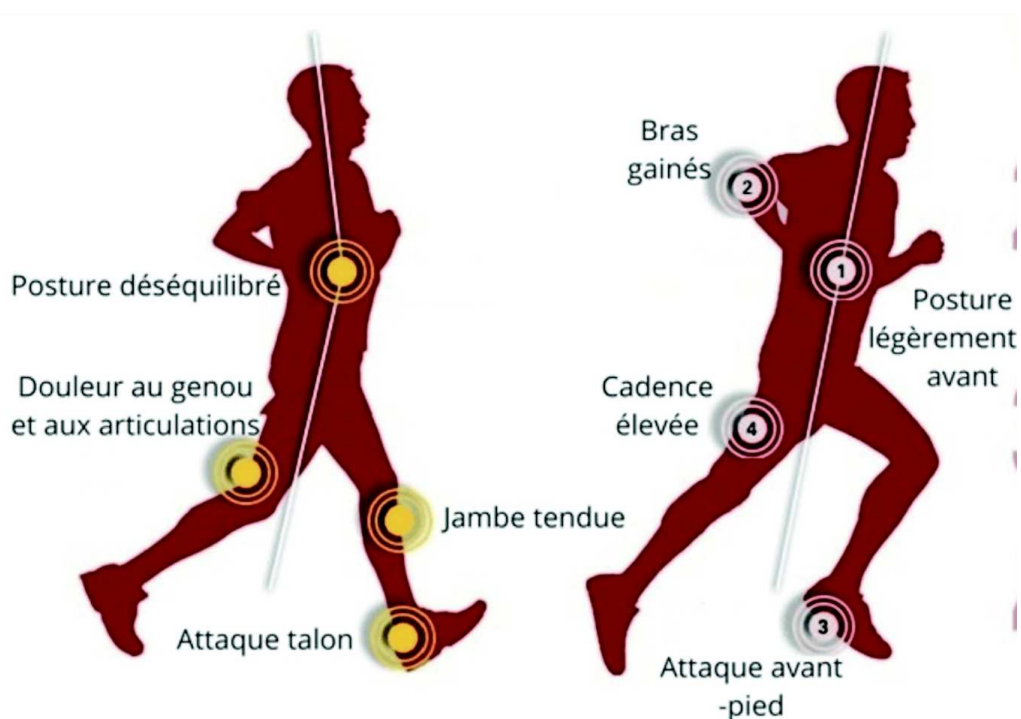


Figure 15 Postures et répercussions lors d'une rear-foot strike et d'une fore-foot strike

L'impact au sol, lors de la phase d'appui, se traduit par une perte d'énergie. Pour minimiser cette perte énergétique, il faut déterminer la prise d'appui optimale du sportif de course à pied. Comme énoncé plus haut, l'attaque avant-pied en cycle avant et la foulée médio-pied seraient celles qui tendent vers un style de course le plus naturel. Lors d'une foulée attaque-talon, ce sont les chaussures « minimalistes », à faibles drops, (4 mm voir 0 mm) qui seront préconisées puisqu'elles tendent à effacer ce caractère. Cependant certains sportifs préfèrent

les chaussures maximalistes qui apportent plus d'amorti et un ressenti de confort plus important. Attention toutefois en cas de changement de chaussures car celui-ci peut induire d'importantes modifications d'un point de vue du stress transmis aux diverses structures musculo-tendineuses et osseuses. Cela suppose une certaine adaptation en terme de proprioception ou encore de cadence de foulée. La transition doit donc être progressive pour éviter toute blessure de surcharge.

La capacité de stabilité des membres inférieurs est tout aussi importante. En effet si ceux-ci ne sont pas gainés, ils se déformeront au point d'impact. La résistance à la déformabilité est une caractéristique importante pour une foulée « économe en énergie ».

L'énergie produite par le sportif (du fait de la transformation chimique au sein des muscles) est transformée en mouvement lors de la phase d'impulsion. Une partie de cette énergie peut être récupérée lors de la phase d'amortissement. Les énergies cinétique et potentielle diminuent lors de la phase de freinage et certaines structures de notre corps, mises sous tension, sont capables d'emmagasiner une partie de l'énergie sous forme « d'énergie potentielle élastique »²³. Cette énergie stockée ne pourra pas être restituée dans la phase d'impulsion vers l'avant si le corps se déforme au moment de l'impact au sol. Les membres inférieurs se plieront sous la pression et l'énergie transmise sera dissipée. Pour mieux comprendre ce dont on parle, on peut prendre l'exemple d'un ballon, bien gonflé, que l'on lâche d'une certaine hauteur. Celui-ci rebondira convenablement (phase d'impulsion). Si l'on prend ce même ballon mais dégonflé, alors il rebondira beaucoup moins haut en raison de sa faible résistance à la déformabilité. « L'énergie potentielle élastique » joue un rôle dans la détermination du coût énergétique de la foulée du coureur²³.

Chaque foulée est propre à chacun. Elle peut être aussi bien courte que longue, neutre, pronatrice ou encore supinatrice. Ainsi porter une chaussure mal adaptée à sa foulée peut être à l'origine de blessures sur le long terme. En effet cela induit un inconfort qui se traduit dans la mécanique de course par une mauvaise phase d'appui et une mauvaise phase de suspension. L'importance du choix des chaussures de course n'est donc pas négligeable. Il est tout à fait possible que des sportifs viennent à l'officine pour demander des conseils au sujet des chaussures de course à pied. À mon sens, le rôle du pharmacien est de rediriger ces sportifs vers une consultation chez un orthopédiste afin d'obtenir un avis d'expert. Il est aussi possible de leur recommander d'aller dans une boutique de sport spécialisée dans la course à pied afin de pouvoir profiter des conseils de professionnels dans le domaine de la course à pied. Une analyse de la foulée et l'essai de chaussures directement sur place sont réalisables.

2.8. Les effets de l'âge sur la condition physique

L'espérance de vie augmente, et avec elle le nombre de personnes atteintes de maladies chroniques et le temps de vie passé avec des limitations fonctionnelles et des incapacités légères ou graves.

L'avancée en âge a des effets délétères sur la condition physique. La capacité cardio-respiratoire (VO_2 max) diminue de 5 à 10 % par décennie à partir de 30 ans et à partir de la quarantaine, on évalue la diminution moyenne annuelle du VO_2 max à environ 0,40 mL/kg/min¹¹. Elle est dûe à une réduction de l'efficacité des systèmes respiratoires et circulatoires. L'élasticité moindre du parenchyme pulmonaire entraîne une augmentation du volume résiduel et donc une capacité vitale réduite. Les tissus artériels et cardiaques s'altèrent et subissent une fibrose et une calcification, qui influencent leur élasticité et leur souplesse. Les tissus périphériques sont moins bien irrigués en quantité et en qualité (moindre teneur en oxygène apporté). On constate également des conséquences sur le métabolisme du lactate, dont l'évacuation, du tissu musculaire vers le foie, est moins efficace. In fine, la baisse des capacités aérobie et anaérobie se traduit par une chute des performances physiques.

La vigueur musculaire se modifie: la force et l'endurance musculaire diminuent avec l'âge. La force maximale est atteinte entre 20 et 30 ans et diminue de 10 à 20% jusqu'à 50 ans, puis plus rapidement ensuite. Cela est dû à une altération du tissu musculaire lui-même, qui se traduit par une réduction de la taille et du nombre des plaques motrices, une disparition des fibres musculaires dénervées, remplacées par du tissu conjonctif²⁴.

L'usure et la diminution de la lubrification des surfaces articulaires entraînent des mouvements maladroits et des positions moins harmonieuses. La souplesse et la flexibilité des articulations diminuent considérablement avec l'âge. Cette altération apparaît comme la caractéristique la plus visible de la vieillesse. La réduction de flexibilité, qui peut aller de 30 à 50% entre 20 et 60 ans, compromet les réactions d'équilibration et les mouvements fins de manipulation²⁴.

Les changements physiologiques liés à l'âge (tableau 6) ainsi que les comorbidités réduisent les capacités fonctionnelles du sujet au fur et à mesure de l'âge, en particulier à la marche. Ils augmentent les risques de chutes, et avec l'ostéoporose, les risques de fractures. La réduction des réserves physiologiques rend les sujets « fragiles » et augmente les risques de dépendance²⁵.

Variables	Changements avec l'âge
Fréquence cardiaque au repos	inchangée
Fréquence cardiaque maximale	diminuée
Pression artérielle au repos et à l'exercice	augmentée
Débit cardiaque maximal	diminué
Capacité vitale (respiratoire)	diminuée
Capacité cardio-respiratoire (VO ₂ max)	diminuée
Masse maigre corporelle (dont la masse musculaire)	diminuée
Pourcentage de masse grasse corporelle	augmenté
Masse osseuse	diminuée
Force et puissance musculaire	diminuées
Souplesse musculo-articulaire	diminuée
Tolérance au glucose	diminuée

Tableau 6 Changements physiologiques et de la composition corporelle liés à l'âge

La VO₂ max, la ventilation pulmonaire, le volume d'éjection systolique et le débit cardiaque maximum augmentent à la suite d'une période d'entraînement physique. Au niveau musculaire, on observe un regain d'activité des processus d'oxydation et une augmentation des réserves en glycogène du muscle. Ces modifications physiologiques liées à la pratique sportive entraînent un accroissement des capacités aérobie et anaérobie, du rendement mécanique, de l'endurance et des capacités de travail en général. L'activité physique entretient la sensibilité proprioceptive articulaire et ralentit le vieillissement des motoneurones. Elle est particulièrement intéressante dans le domaine de la prévention des accidents vasculaires cérébraux ²⁴.

D'un point de vue biochimique, les systèmes sollicités lors de l'exercice physique sont modifiés. Ainsi le nombre et la capacité oxydative des mitochondries (centrales énergétiques de la cellule) diminuent avec l'âge et le muscle peut perdre jusqu'à 50% de sa capacité oxydative entre 40 et 70 ans (Coley K.E, Jubrias S.A et al. 2000). Cette baisse de la capacité oxydative du muscle imposerait un recours plus important aux glucides comme substrat énergétique.

L'effort physique régulier et plus particulièrement la pratique régulière de la course à pied de fond augmente le capital des globules rouges, facilite l'élimination normale du gaz carbonique et de l'acide lactique, favorise l'ouverture du système capillaire pour une meilleure irrigation

sanguine, active le fonctionnement des organes de détoxification (foie, reins), diminue le pouls au repos, améliore le rythme respiratoire, augmente le stockage des substrats énergétiques, augmente la capacité de récupération et diminue le poids corporel ²⁶.

Chez les personnes de 50 ans et plus, la pratique sportive doit être raisonnée et adaptée à l'état de santé, à la condition physique, aux capacités fonctionnelles et aux compétences motrices, sensorielles et cognitives du sujet. Elle doit être progressive. Celle-ci doit être individualisée et adaptée à l'évolution de la tolérance à l'exercice de l'individu. De plus, à partir de 50 ans, mieux vaut envisager une activité d'endurance et éviter les sports qui font travailler les muscles en force et en intensité. L'entraînement optimal pour se garder en bonne forme physique consiste à pratiquer, au moins trois fois par semaine, un sport d'endurance pendant quarante cinq minutes.

Par ailleurs il a été démontré que, peu importe le type d'exercice, pratiquer régulièrement un exercice physique a des effets positifs notamment dans la préservation de la fonction du membre inférieur, particulièrement la cheville et contribue à des modèles de mouvements sains ²⁷.

3. L'émergence de problèmes de santé après 50 ans

3.1. Les principales pathologies des plus de 50 ans

Elle représente une tranche d'âge qui est largement représentée lors de compétitions de course à pied de fond. En effet ce sport exige une méthode et une rigueur d'entraînement qui s'accordent bien avec une certaine maturité.

Les principaux problèmes de santé à partir de 50 ans sont les problèmes cardiaques, l'insuffisance rénale chronique (hypertension artérielle et diabète provoquent plus de 50% des cas de maladies rénales chroniques, l'âge, les maladies et la prise de médicaments sont d'autres facteurs d'insuffisance rénale chronique), les maladies métaboliques (diabètes) et les maladies chroniques.

Les maladies cardio-vasculaires ou cardio-neurovasculaires sont la première cause de mortalité dans le monde, la deuxième en France après les cancers. Malgré quatre décennies de baisse de mortalité et de morbidité grâce à la prévention et aux progrès thérapeutiques, les maladies cardio-neurovasculaires restent à l'origine d'environ 140 000 morts par an (2022); elles sont aussi l'une des principales causes de morbidité et de consommation de soins avec plus de 15 millions de personnes traitées pour maladie, risque cardio-vasculaire ou diabète. Les leviers de prévention sont multiples sur ce risque multifactoriel ²⁸.

D'après le Ministère de la Santé, les maladies cardio-vasculaires représentent un ensemble de troubles affectant le cœur et les vaisseaux sanguins. En fonction de leur localisation, on y retrouve les cardiopathies coronariennes, les maladies cérébro-vasculaires, les artériopathies périphériques, les cardiopathies rhumatismales et congénitales, les thromboses veineuses profondes et les embolies pulmonaires. Ces maladies exposent à de nombreuses complications aiguës ou chroniques: infarctus du myocarde (IDM), accident vasculaire cérébral (AVC), atteinte des extrémités du membre inférieur, insuffisance cardiaque, insuffisance rénale chronique, troubles de la vue, etc ²⁸.

Le principal mécanisme d'altération des vaisseaux sanguins et celui de l'athérosclérose. Ces plaques d'athérome durcissent les parois des vaisseaux sanguins et peuvent aussi les boucher quand elles deviennent trop importantes.

Le taux de mortalité cardio-neurovasculaire standardisé sur l'âge a été divisé par trois depuis 1980 grâce aux avancées de la prévention, des progrès thérapeutiques et de l'organisation des soins ²⁸.

Mais le nombre de personnes atteintes de maladies cardio-vasculaires augmente avec le vieillissement de la population, et de fortes inégalités sociales et territoriales persistent ²⁹. La mortalité est plus élevée en Outre-mer ou dans les Hauts de France, ainsi que dans les populations aux conditions socio-économiques défavorables.

Le taux de mortalité cardio-vasculaire avant 65 ans est trois fois plus élevé chez les hommes par rapport aux femmes ³⁰. Les taux standardisés d'hospitalisation sont en hausse chez les personnes de moins de 65 ans pour l'infarctus du myocarde et pour l'accident vasculaire cérébral en particulier les femmes de 40 à 65 ans ³¹.

À âge égal, les taux de mortalité et d'hospitalisation pour maladies cardio-vasculaires des femmes sont plus faibles que ceux des hommes, mais l'écart se réduit avant 65 ans ³⁰. L'exposition aux facteurs de risque est mise en cause dans cette évolution défavorable: le tabagisme, en augmentation chez les femmes dans les tranches d'âge 45 à 64 ans, l'association tabac et contraception oestroprogestative, une activité physique en baisse, une sédentarité élevée, la consommation d'alcool, l'augmentation de la prévalence de l'obésité et du diabète de type 2.

De nombreux facteurs contribuent au risque de maladies cardio-vasculaires. C'est le cas des facteurs socio-environnementaux, les facteurs de risque métaboliques (HTA, DNID, hypercholestérolémie) et les facteurs de risque comportementaux (tabagisme, stress, activité physique insuffisante, alimentation déséquilibrée) qui sont modifiables. Contrairement à l'avancée en âge (plus de cinquante ans chez les hommes contre soixante ans chez les femmes), les antécédents familiaux et certaines maladies pré-existantes qui sont des facteurs non modifiables.

Les facteurs de risque sont liés entre eux, leur cumul potentialise le risque. D'après l'OMS, la plupart des maladies cardio-neurovasculaires est liée au mode de vie.

Si l'effet favorable de l'exercice physique sur la sphère cardio-vasculaire est unanimement admis, les taux d'intensité et les périodes de temps imparties à l'exercice sportif doivent être adaptés à l'âge. La préparation médicale chez un sujet de plus de cinquante ans doit être complète et associée aux techniques modernes d'exploration permettant de préciser la capacité d'un sujet à l'effort.

Il est possible, après cinquante ans et bien au-delà, de conserver et même d'acquérir une capacité physique excellente qui permette de réaliser de véritables exploits sportifs ¹¹.

3.1.1. L'hypertension artérielle

D'après l'INSERM, l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, l'hypertension artérielle est la maladie chronique la plus fréquente en France. Liée à une pression anormalement élevée du sang dans les vaisseaux sanguins, définie comme correspondant à une valeur de pression artérielle dépassant 140 mmHg pour la pression artérielle systolique (PAS) et 90 mmHg pour la pression artérielle diastolique (PAD) ²⁴. Elle semble anodine car elle est généralement silencieuse. Elle constitue pourtant, lorsqu'elle n'est pas contrôlée, l'une des principales causes de complications cardio-vasculaires, cérébro-vasculaires ou neuro-dégénératives.

La pression artérielle est évaluée par deux valeurs. La première correspond à la pression au moment de la contraction du cœur : c'est la **pression systolique** ou pression maximale. La deuxième correspond au relâchement du cœur : c'est la **pression diastolique** ou pression minimale. En pratique, ces pressions sont mesurées avec un tensiomètre placé autour du bras.

La pression artérielle augmente naturellement avec l'âge. En moyenne, tous les 10 ans, la pression systolique s'élève de 0,5 mmHg et la pression diastolique de 0,2 mmHg.

On estime que 25 % des hommes et 18 % des femmes sont hypertendus, soit 14,5 millions de personnes en France en 2022. Beaucoup n'en ont pas conscience car l'hypertension artérielle provoque peu de symptômes ³².

Si certains certains sports de résistance pratiqués de façon intensive peuvent entraîner une augmentation de la pression artérielle, d'autres sports comme ceux d'endurance pourraient induire une diminution des chiffres tensionnels, à condition toutefois que l'entraînement soit assez intensif et suivi ²⁴.

Une étude rapporte que l'exercice physique aérobie permet une réduction de PAS de 3,9 mmHg et de PAD de 2,6 mmHg. Cet effet est indépendant de l'intensité de l'exercice. Le bénéfice est démontré à tout âge, et se combine au traitement par les antihypertenseurs. Pour être bénéfique, l'activité doit être fréquente (2 à 3 fois par semaine), d'intensité modérée, et de type endurance ³³.

Le concept de l'hypotension post-exercice (PEH) est à la base des bienfaits de l'activité physique sur la pression artérielle. Il est valable lors de tout effort et la magnitude de l'effet rapporté, par les diverses études, est de l'ordre de -14/9 mmHg pour les personnes avec pression normale/haute, et de -10/7 mmHg chez les hypertendus ³⁴. Toutefois il semblerait

qu'il y ait une corrélation entre la durée de l'effort et la magnitude de l'hypotension post-exercice.

La figure 16 ci-dessous représente l'évolution de la pression artérielle systolique et diastolique pendant un test d'effort d'intensité croissante, correspondant à divers stades d'un effort de type endurance/aérobie ³⁵.

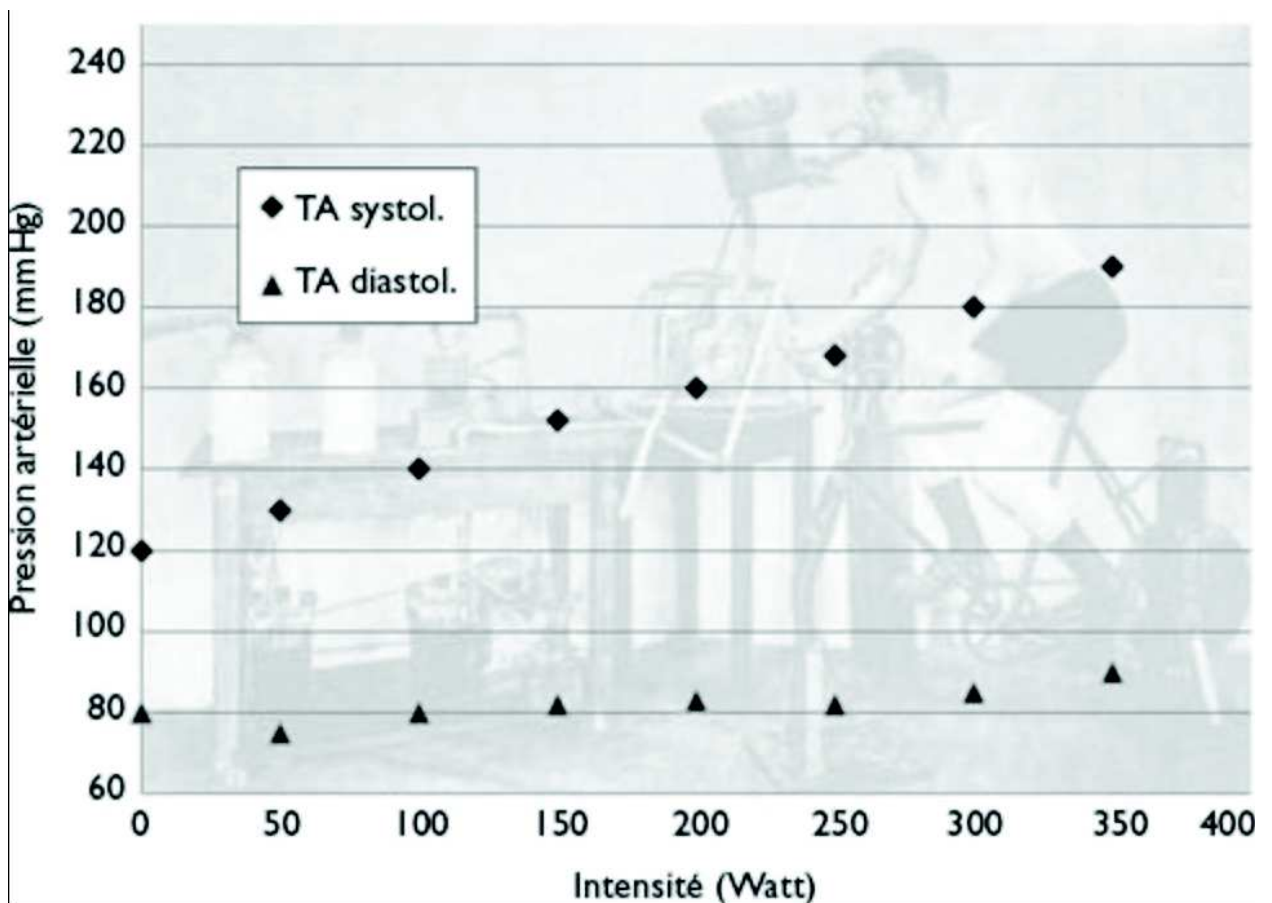


Figure 16 Évolution de la pression artérielle systolique et diastolique pendant un test d'effort d'intensité croissante correspondant à divers stades d'un effort de type endurance/aérobie ¹⁶

On observe, sur la figure 16, que l'augmentation du débit cardiaque fait monter la pression systolique alors que la vasodilatation périphérique permet de maintenir ou de diminuer la pression diastolique. Une étude similaire a démontré une baisse de -12/-8 mmHg (HIIT) contre -4,5/-3,5 mmHg (contrôle) de la pression artérielle ³⁶.

Dans la phase post-exercice de type endurance/aérobie, la pression systolique baisse en dessous des valeurs basales pendant plusieurs heures. Elle peut persister jusqu'à douze heures chez des hypertendus non traités ³⁷.

Les activités physiques régulières baissent la pression artérielle de repos et d'exercice, surtout si elles sont à prédominance dynamique.

Elles sont un moyen important de prévention primaire de l'HTA et de thérapie pour les HTA établies. Les seules restrictions à la pratique de certains sports en cas d'HTA légère à modérée, semblent les exercices statiques intensifs.

Chez l'hypertendu sportif traité, le profil tensionnel d'exercice (PTE) permet de vérifier le bon équilibre tensionnel lors d'une poussée au maximum. L'adaptation et la tolérance à l'exercice du sujet seront autant de paramètres qui permettront de juger de l'efficacité thérapeutique et de son retentissement sur les capacités physiques du patient ¹⁹.

3.1.2. Les cancers

En France, les cancers représentent la première cause de décès chez l'homme et la deuxième chez la femme d'après l'institut national du cancer. Le taux de mortalité standardisé tous cancers a baissé entre 2010 et 2018, notamment grâce aux progrès des soins et de la recherche. La prévalence totale des cancers, elle, augmente en raison de l'augmentation du nombre de nouveaux cas et de l'amélioration de la survie ³⁸. En 2022, l'âge médian au diagnostic était de 68 ans chez l'homme et de 67 ans chez la femme.

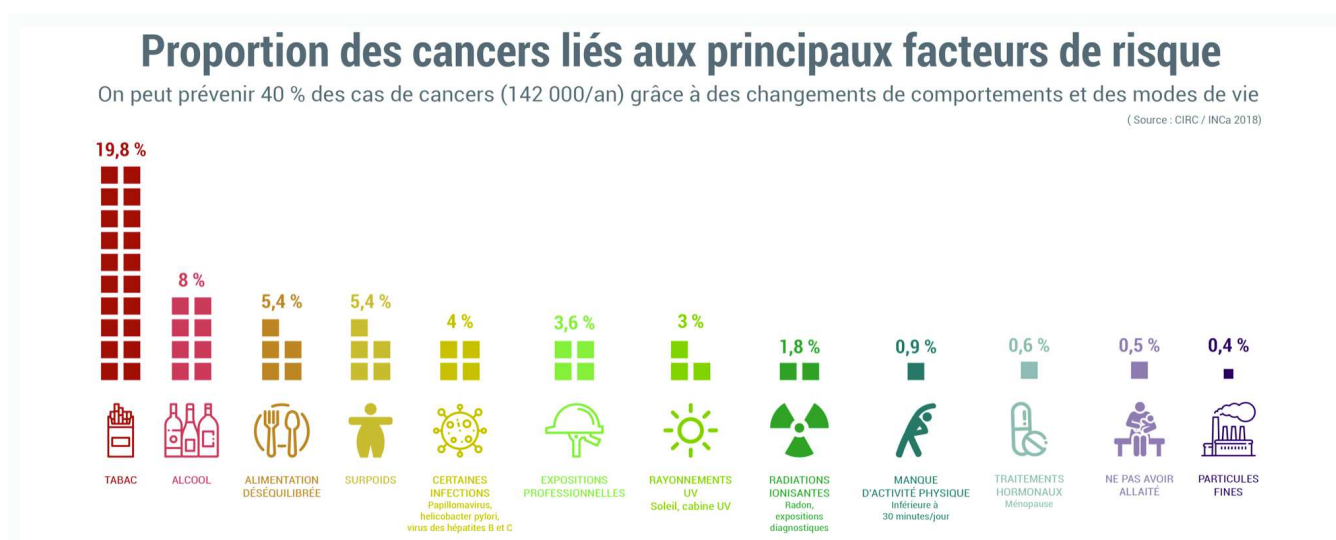


Figure 17 Proportion des cancers liés aux principaux facteurs de risque ⁴⁰

Un certain nombre de cancers pourraient être évités: en 2015, on estime, en France métropolitaine, qu'environ 41 % des cancers chez les plus de 30 ans étaient attribuables à des

facteurs de risque modifiables comme le tabagisme, la consommation excessive d'alcool, l'alimentation, le surpoids ou encore l'obésité ³⁹. Près de 3 000 nouveaux cas de cancers par an seraient dûs à l'insuffisance d'activité physique. La pratique régulière d'une activité physique contribue à réduire de 20 à 30% le risque de développer certains cancers (sein, côlon, endomètre). L'exercice physique aide à limiter la prise de poids qui constitue un facteur de risque de cancer. Par ailleurs, pendant et après le traitement d'un cancer, une activité physique adaptée permet d'améliorer la survie des personnes malades, ainsi que leur qualité de vie (anxiété, dépression, sommeil, sensation de fatigue) ⁴⁰.

3.1.3. Les diabètes

Le diabète est une maladie chronique qui est définie comme un trouble de l'assimilation, de l'utilisation et du stockage des sucres apportés par l'alimentation. Cela se traduit par un taux de glucose dans le sang (encore appelé glycémie) élevé: on parle d'hyperglycémie. L'hémoglobine glyquée (ou HbA1c) **est le reflet de la glycémie**. Tandis que la glycémie capillaire et la glycémie à jeun sont des mesures instantanées de l'état glycémique, l'HbA1c permet, par un dosage sanguin, d'évaluer l'équilibre glycémique sur une plus longue période (environ deux à trois mois).

Il existe deux principaux types de diabète, dûs à des dysfonctionnements différents: le diabète de type 1 (diabète insulino-dépendant ou DID) et le diabète de type 2 (diabète non insulino-dépendant ou DNID). Les autres types de diabète concernent les 2 % restants (MODY, LADA ou diabète secondaire à certaines maladies ou prises de médicaments).

Un dosage de la glycémie peut être pratiqué en laboratoire d'analyses médicales. Le diabète sucré est défini par une glycémie à jeun égale ou supérieure à 1,26 g/l (7 mmol/L) lors de deux dosages successifs ou supérieure à 2g/L (11 mmol/L) à n'importe quel moment de la journée ⁹.

Les aliments sont composés de lipides (graisses), protéines (protéines animales ou végétales) et glucides (sucres, féculents). Ce sont eux qui fournissent l'essentiel de l'énergie dont a besoin le corps pour fonctionner.

Lorsqu'on mange, le taux de sucre dans le sang augmente, les glucides sont alors transformés essentiellement en glucose. Le pancréas détecte l'augmentation de la glycémie. Les cellules bêta du pancréas, regroupées en amas appelés îlots de Langerhans, sécrètent de l'insuline. L'insuline fonctionne comme une clé, elle permet au glucose de pénétrer dans les cellules de

l'organisme: dans les muscles, dans les tissus adipeux et dans le foie où il va pouvoir être transformé et stocké. Le glucose diminue alors dans le sang.

Une autre hormone, le glucagon, permet de libérer le glucose stocké dans le foie, en dehors des repas, lors d'une baisse énergétique ou d'une baisse de glycémie. C'est l'équilibre de ces hormones qui permet de maintenir la glycémie stable dans le corps. En cas de diabète, ce système de régulation ne fonctionne pas ¹⁰.

Le diabète de type 1, aussi appelé « diabète insulino-dépendant » (DID) ou diabète juvénile, survient le plus souvent chez l'enfant, l'adolescent et l'adulte jeune. Il est beaucoup moins fréquent que le diabète de type 2 et touche environ 6% des diabétiques.

Le diabète de type 1 résulte d'une destruction auto-immune des cellules bêta des îlots de Langerhans du pancréas qui conduit à une carence en insuline. En leur absence, les cellules ne peuvent plus utiliser correctement le sucre qui circule dans le sang. L'hyperglycémie apparaît rapidement, dès que le niveau d'insuline devient insuffisant. Les symptômes sont généralement une soif intense, des urines abondantes et un amaigrissement rapide sans perte d'appétit. L'organisme ne reconnaît plus ses cellules bêta et les détruit (les cellules bêta sont détruites par des anticorps et des cellules de l'immunité, les lymphocytes, fabriquées par l'organisme): on dit que le diabète de type 1 est une maladie auto-immune. Le glucose, ne pouvant plus entrer dans les cellules, retourne dans le sang. Le taux de glucose dans le sang s'élève alors. Le traitement repose sur l'insulinothérapie par injection d'insuline ou par pompe implantable.

Il existe une prédisposition génétique (familiale) mais les autres causes sont mal connues. L'environnement aurait également un rôle dans l'apparition du diabète de type 1.

Le diabète de type 2, également appelé « diabète non insulino-dépendant » DNID ou « diabète gras », survient généralement après l'âge de 40 ans, mais peut parfois apparaître dès l'adolescence, surtout en présence de surpoids. Son processus fait intervenir une résistance à l'insuline que les îlots de Langerhans du pancréas ne parviennent pas à compenser par une réponse d'insuline. La prévalence estimée du DNID est faible jusqu'à 35 ans et progresse nettement pour atteindre un maximum de 8,6% entre 65 et 74 ans (*Delcort et Papoz, 1994*). Plus de 90% des diabétiques ont un diabète de type 2. Le nombre de cas de diabète de type 2 augmente régulièrement en France. Le surpoids, l'obésité et le manque d'activité physique sont la cause révélatrice du diabète de type 2 chez des personnes génétiquement prédisposées.

Sournois et indolore, le développement du diabète de type 2 peut passer longtemps inaperçu: on estime qu'il s'écoule en moyenne 5 à 10 ans entre l'apparition des premières hyperglycémies et le diagnostic. Cette pathologie est souvent associée à un surpoids. Près de 30% des diabétiques sont atteints de complications. Il s'agit de complications dégénératives au long terme: cardiopathie ischémique, rétinopathie diabétique, néphropathie, artériopathie des membres inférieurs et neuropathie périphérique (*Delcort et Papoz, 1994*). Le traitement repose sur des antidiabétiques oraux puis, à un stade plus avancé, de l'insuline.

Les diabètes sont l'un des principaux motifs d'amputation et la rétinopathie diabétique constitue l'une des grandes causes de cécité dans le monde.

Deux anomalies sont responsables de l'hyperglycémie: l'insulinopénie (fabrication insuffisante d'insuline par le pancréas par rapport à la glycémie) et l'insulinorésistance (résistance ces cellules de l'organisme vis-à-vis de l'insuline).

Selon la HAS, le développement du diabète de type 2 se fait sur plusieurs années, en 3 étapes:

- tout d'abord, les cellules de l'organisme deviennent résistantes à l'insuline. Cette résistance est normale avec l'âge mais elle est aggravée par l'excès de tissus gras en cas de surpoids et d'obésité. Ce stade s'appelle : l'**insulinorésistance**. Le glucose s'accumule dans le sang et une hyperglycémie s'installe progressivement ;
- l'organisme tente de s'adapter. Dans un premier temps, les îlots de Langerhans du pancréas augmentent la production d'insuline: cela s'appelle l'**hyperinsulinisme**;
- après plusieurs années (10 à 20 ans), les îlots de Langerhans du pancréas s'épuisent et ne peuvent plus sécréter suffisamment d'insuline pour réguler le taux de sucre dans le sang: c'est le stade d'**insulinodéficience**.

Après plusieurs années d'évolution, des complications du diabète, par atteinte des artères et des nerfs, peuvent apparaître. Un traitement et un suivi médical adaptés permettent de les limiter. Le but du traitement dans les deux types de diabète est de normaliser la glycémie: les hyperglycémies répétées et prolongées entraînent à long terme une altération des nerfs et des vaisseaux sanguins présents dans tout le corps. Ce sont les complications du diabète qui peuvent se traduire par une cécité, des atteintes des pieds pouvant conduire à des amputations, des infarctus du myocarde, des accidents vasculaires cérébraux, des troubles de l'érection et une insuffisance rénale. En France, en 2016, plus de 3,3 millions de personnes étaient traitées

pour un diabète, soit 5% de la population. Dans 92% des cas, il s'agissait d'un diabète de type 2⁹.

Il n'existe pas une cause précise mais un ensemble de facteurs favorisants:

- une origine génétique: le facteur familial est tout à fait prépondérant. Des antécédents de diabète du même type sont souvent présents dans la famille ;
- une alimentation déséquilibrée, un manque d'activité physique, un surpoids, etc.

On parle d'une véritable épidémie de diabète de type 2. D'après l'OMS, le nombre de diabétiques de type 2 dans le monde est passé de 108 à 422 millions entre 1980 et 2014⁹.

Selon la Fédération internationale du diabète, le nombre de diabétiques dans le monde a encore augmenté pour atteindre 463 millions de personnes en 2019. En France en 2020, plus de 3,5 millions de personnes sont traitées par médicament pour un diabète, soit 5,3 % de la population³⁹ (figure 18).

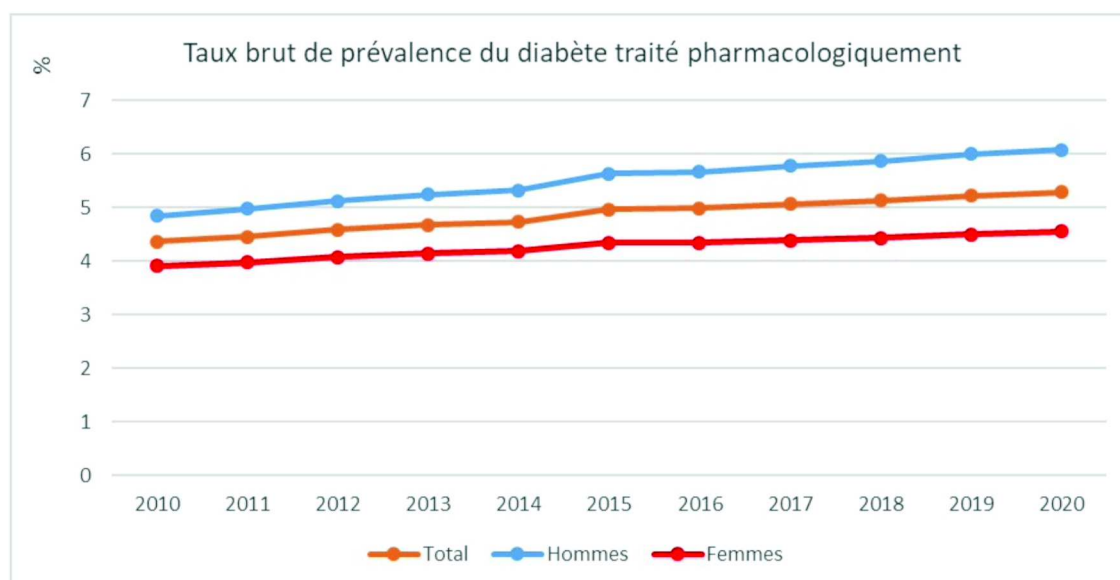


Figure 18 Taux brut de prévalence du diabète traité pharmacologiquement³⁹

Malgré la recherche médicale qui avance tous les jours, le diabète reste une maladie qui se soigne très bien mais qui ne se guérit pas. Il faut donc, toute sa vie, se surveiller, garder de bonnes habitudes alimentaires, pratiquer une activité physique et prendre régulièrement son traitement.

Dans le cadre du diabète de type 2, la pratique d'une activité physique régulière est fortement recommandée puisqu'elle fait partie, en complément des traitements médicamenteux, de la prise en charge de cette pathologie. Elle permet une stimulation directe du transport du glucose à travers les membranes, le développement des fibres de type 1 et la diminution de la production d'AGL par la graisse périviscérale. Des revues systématiques et des méta-analyses montrent une amélioration de l'HbA1c et du contrôle glycémique lorsqu'une activité physique régulière est mise en place. Plusieurs études ont clairement établi que la pratique d'activité physique réduit les besoins insuliniques en augmentant la sensibilité à l'insuline et en facilitant son absorption ^{41 42}. Pour le diabète du type 1, la méta-analyse de *Tonoli et al.* (2012) montre que ce sont des entraînements d'endurance qui améliorent l'équilibre glycémique du diabétique et pas les autres activités. Un potentiel bénéfique de l'activité physique à freiner l'apparition ou la progression des complications microvasculaires n'a pas été mis en évidence à ce jour, que ce soit dans le diabète de type 1 ou de type 2. En revanche, il est prouvé que le sport diminue l'apparition des complications macrovasculaires et la mortalité globale, que ce soit pour les diabétiques de type 1 ou de type 2. Les données actuelles suggèrent que les bénéfices du sport pour les patients diabétiques de type 1 sont les mêmes que pour la population générale, à savoir une amélioration de la condition physique, du bien-être et une diminution du risque de maladies cardio-vasculaires.

En France, comme le montre la figure 19, les disparités territoriales restent très marquées avec une fréquence du diabète beaucoup plus élevée dans les départements d'Outre-Mer et en Seine Saint-Denis. On observe également une importante fréquence du diabète dans le Val d'Oise et le Nord-Est de la métropole. De façon opposée, les départements situés à l'Ouest de la métropole et notamment la Bretagne enregistrent les fréquences les plus faibles ³⁹.

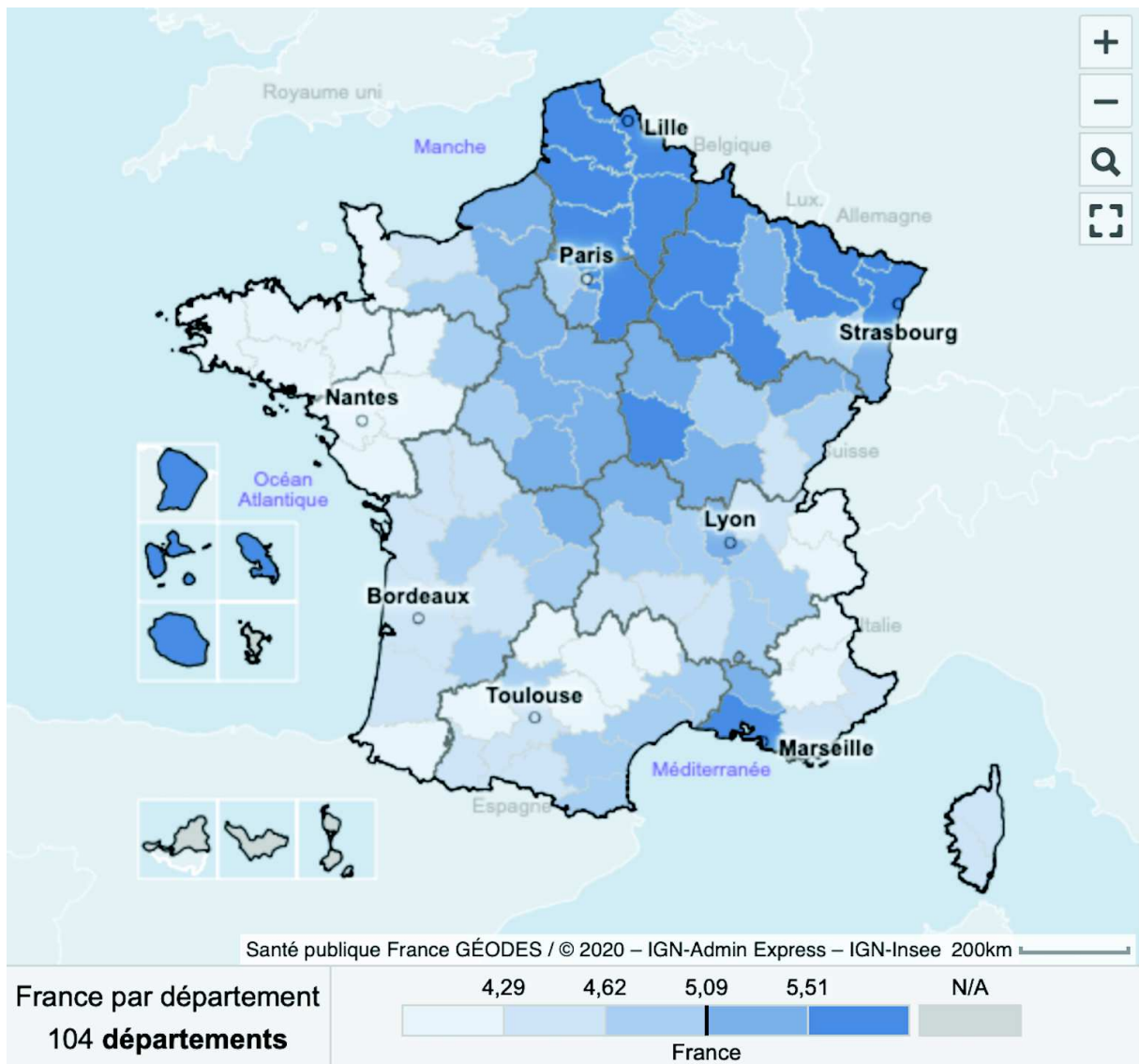


Figure 19 Taux de prévalence standardisé du diabète traité pharmacologiquement en France (tous types) (%) - hommes et femmes 2020 ³⁹

On sait qu'un entraînement intensif régulier provoque à court terme (une semaine) une augmentation significative de la tolérance au glucose chez les femmes et chez les hommes aussi bien jeunes (environ 21 ans) que plus âgées (environ 59 ans). Cette augmentation s'accompagne d'une augmentation des concentrations de GLUT-4 (Cox JH, Cortright RN et Al. 1999), protéine responsable du transport du glucose à l'intérieur des myofibrilles. Il est toutefois indispensable d'y associer un contrôle raisonnable de la masse corporelle au moyen de régimes alimentaires adaptés et équilibrés, passant notamment par un mode régulier d'alimentation ¹¹.

Le sport représente un facteur d'équilibre de cette pathologie. En plus de lutter contre la surcharge pondérale (factorisation de l'orientation des substances énergétiques vers le tissu

musculaire plutôt que le tissu adipeux), il augmente la sensibilité à l'insuline. Ces facteurs aident à la régulation de la glycémie. Le respect de certaines règles est cependant nécessaire. En effet il ne faut pas entreprendre d'exercice musculaire intense en période de déséquilibre important de la glycémie. Le traitement et l'alimentation seront équilibrés en fonction de l'effort à fournir. Il est également nécessaire de prévoir des variations de l'insuline si le diabète est insulino-dépendant. Les effets du sport persistent quelques heures après l'arrêt de l'activité sportive, il faudra en tenir compte par un apport énergétique suffisant ²⁴.

À l'officine, discussions et retours du patient (à la suite de ses entraînements) peuvent être possibles avec le pharmacien. En effet il est possible d'élaborer, avec l'aide du patient, une alimentation pré-compétition pour éviter la survenue d'hypoglycémie. Le pharmacien d'officine a un réel rôle d'éducation du patient dans la manière de vivre avec sa pathologie. Il est vivement conseillé d'encourager le patient à suivre ses hypoglycémies, ses resucrages, ses doses d'insuline d'avant et d'après entraînement afin de réajuster les séances suivantes si nécessité il y a. Le pharmacien est aussi là pour lui rappeler les bons réflexes et les bonnes habitudes à tenir pour garder des pieds en bonne santé (hygiène méticuleuse, hydratation, contrôle quotidien autonome et annuel par un podologue, soins appropriés, chaussures et chaussettes adaptées).

Cependant l'orientation du patient par le pharmacien d'officine vers un diabétologue endocrinologue est également préconisée. En effet consulter un spécialiste de la pathologie du diabète (au moins régulièrement pour les premiers entraînements) peut aider le sportif à adapter et à ajuster son traitement insulinique avant et après effort.

3.1.4. L'hypercholestérolémie

Contrairement à la croyance populaire, le cholestérol n'est pas mauvais en soi. Il est essentiel au bon fonctionnement du corps. Toutefois il arrive qu'il s'accumule dans la paroi des artères ce qui augmente le risque de développer une maladie cardiovasculaire ⁴³.

D'après Santé publique France, l'hypercholestérolémie est définie comme « un trouble métabolique qui se traduit par un taux élevé de cholestérol-LDL » ³⁹. Les origines de l'hypercholestérolémie sont variées: héréditaire ou génétique, alimentaire, médicamenteuse ou encore certaines maladies peuvent augmenter le taux de cholestérol dans le sang. L'hypercholestérolémie constitue l'un des principaux facteurs de risque cardio-vasculaires. Celle-ci peut être prévenue par des règles hygiéno-diététiques (réduction des apports en graisses saturées) ou traitée (règles hygiéno-diététiques et/ou médicaments hypolipémiants).

3.1.4.1. Cholestérol-LDL et HDL

Le **cholestérol-LDL** est la fraction la plus athérogène du cholestérol. Lorsqu'il se retrouve en excès dans le sang, il tend à s'accumuler dans la paroi artérielle et à favoriser le développement de plaques d'athérome. L'athérome est un dépôt constitué de lipides qui se fixe sur la paroi interne des artères. Le taux de cholestérol-LDL souhaitable est déterminé médicalement en fonction de la présence de facteurs de risque cardio-vasculaires. En l'absence de facteur de risque, un taux de cholestérol-LDL est considéré comme normal lorsqu'il est inférieur à 1,6 g/L. Si des facteurs de risque sont présents, sa valeur est limitée à 1,3 g/L.

À l'inverse, le **cholestérol-HDL** correspond à la fraction non athérogène du cholestérol. Il est associé à une diminution du risque vasculaire lorsqu'il est élevé ($>0,6$ g/L). Son taux est considéré trop faible lorsqu'il se trouve inférieur à 0,35 g/L. Les « High Density Lipoprotein » (HDL) sont des protéines qui captent le cholestérol qui est en excès dans le sang et le conduisent au niveau hépatique pour qu'il soit éliminé par la bile.

Le cholestérol total comprend le cholestérol-LDL, le cholestérol-HDL et un cinquième du taux de triglycérides. Il est habituellement inférieur à 2g/L ³².

La figure 20 nous schématise la conséquence d'une accumulation de cholestérol-LDL sur les parois artérielles.

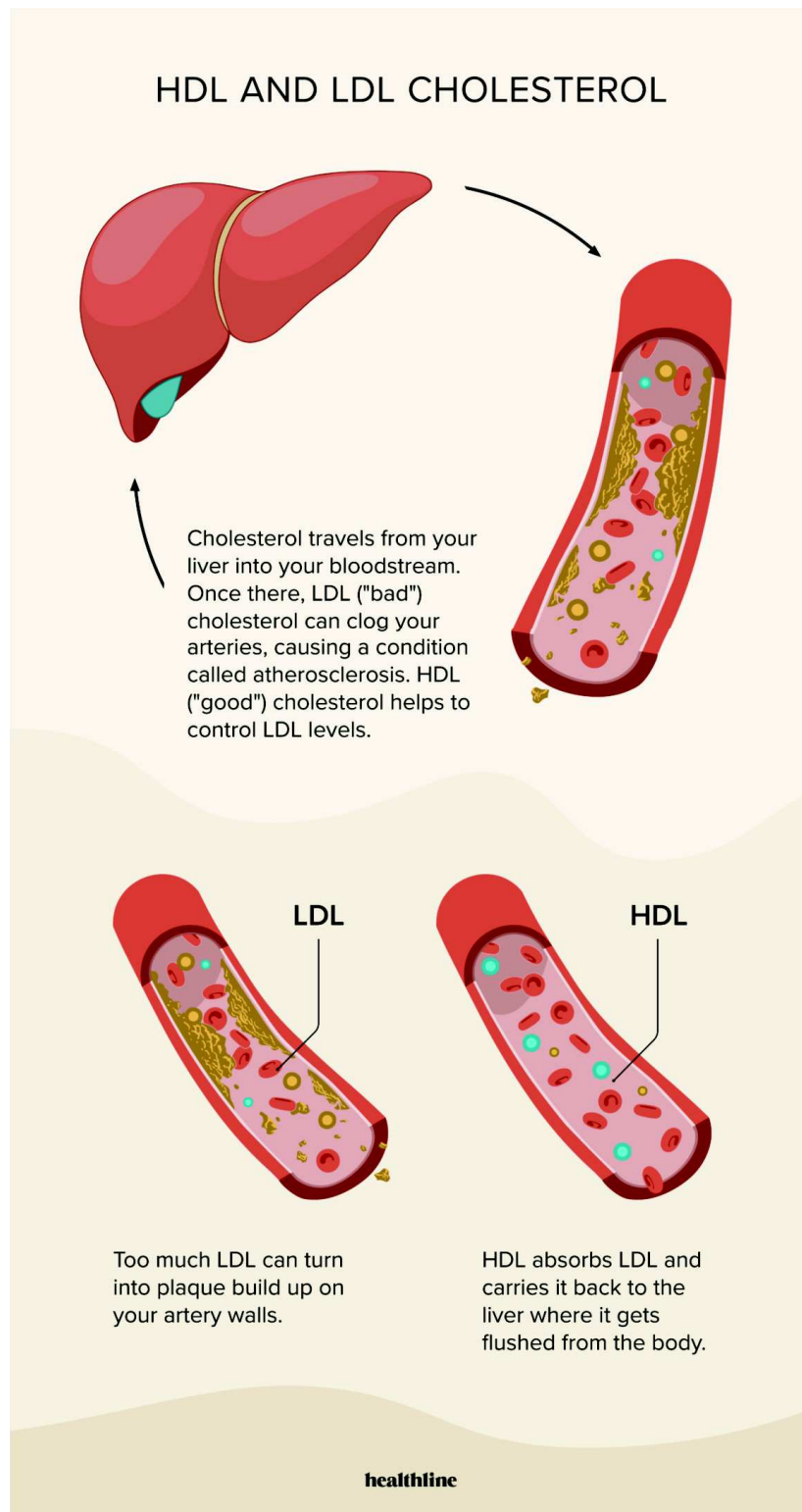


Figure 20 Représentations schématiques des cholestérols-HDL et LDL

20% de la population française adulte (2006-2008) est atteint d'une hypercholestérolémie, cholestérol-LDL supérieur à 1,6 g/L ⁴⁴. En plus du cholestérol, les triglycérides, un autre type de graisses pouvant circuler librement dans le sang, participent au développement des maladies cardio-vasculaires.

Le dépistage d'une anomalie lipidique est recommandé chez la femme de plus de 50 ans et chez l'homme de plus de 40 ans dans une évaluation globale du risque cardio-vasculaire et en présence de facteurs de risque (HTA, tabagisme, diabète).

3.1.4.2 Activité sportive et hypercholestérolémie

L'exercice physique permet de dilater les artères coronaires ce qui résulte d'une meilleure irrigation du coeur. Pendant l'effort, les contractions du coeur sont plus nombreuses, et cela donne une réserve de puissance. Sans entraînement, le muscle cardiaque perd de son efficacité. Au niveau du bilan lipidique, l'exercice physique permet de mobiliser certaines graisses et ainsi de contribuer à une modification du profil lipidique dans le sens favorable au niveau du risque cardio-vasculaire. Le sport participe aussi à la perte de poids ⁴⁵.

Selon des études scientifiques, il semble qu'il soit plus facile d'influencer positivement les taux de cholestérol-HDL et de triglycérides que le taux de cholestérol-LDL par l'activité physique.

Des études ont montré qu'un entraînement d'endurance effectué à une intensité de 65-80% de VO₂ max pendant une durée de 40 à 50 minutes par unité d'entraînement (3-4 jours par semaine) sur une période de 26 à 40 semaines participe à l'amélioration des concentrations des lipides sériques. Il est précisé que l'activité physique n'a pas eu d'effet significatif sur le cholestérol-LDL mais que des effets positifs mineurs ont été montrés sur le cholestérol-HDL et les triglycérides. L'analyse suggère qu'un seuil minimum d'exercice est nécessaire pour produire des effets sur les lipides sériques ⁴⁶.

Wood constate qu'un seuil d'exercice de 13 km de jogging hebdomadaire, après un an d'entraînement, est nécessaire pour voir apparaître une différence significative d'augmentation du cholestérol-HDL. Cette augmentation est plus importante et plus rapide qu'avec un régime diététique seul et serait corrélée non pas avec une synthèse augmentée du cholestérol-HDL mais avec une diminution de sa destruction ²⁴.

Une influence positive sur les taux de cholestérol-HDL et de triglycérides apparaît généralement après quelques mois d'entraînement modéré aérobie alors qu'il n'y a souvent aucun changement des taux de cholestérol-LDL même après un entraînement d'un an ⁴³.

Les résultats d'une autre étude ont suggéré que l'exercice prolongé et de faible intensité (45% VO₂ max) pouvait améliorer de façon aiguë le profil lipidique des humains ⁴⁷.

De façon générale, les bénéfices sur les lipides se manifestent en quelques mois par des entraînements aérobie, mais ces bienfaits disparaissent rapidement dès l'arrêt de

l'entraînement. Il est donc essentiel de maintenir une pratique régulière d'activité physique pour profiter de bienfaits sur le plan lipidique.

4. L'entraînement sportif chez le sujet de plus de 50 ans

4.1. Explorations du métabolisme aérobie du sportif de plus de cinquante ans

Lorsqu'une personne de plus de 50 ans décide de s'adonner finalement à une activité physique régulière plus poussée dans le but de participer à une compétition sportive, il y a un intérêt indiscutable à procéder à un **bilan de santé approfondi**. Celui-ci doit porter sur l'état subjectif actuel du sujet, l'évaluation des facteurs de risque (essentiellement cardio-vasculaires, métaboliques et ostéo-articulaires) et déboucher sur des conseils pratiques individualisés. Trois profils de patients cinquantenaires peuvent prétendre à un bilan de santé en amont de la pratique d'une activité sportive. Premièrement il existe des personnes exerçant une activité sportive ininterrompue depuis leur jeunesse. Deuxièmement il existe des personnes ayant pratiqué un sport jusqu'à un certain âge, ayant cessé par la suite et désirant reprendre une activité sportive. Et troisièmement il y a ceux qui sont toujours restés sédentaires et qui aimeraient abandonner leur sédentarité, convaincus de l'utilité du sport pour leur bien-être personnel ¹¹.

Dans cette thèse, nous nous concentrerons sur les deux premiers profils.

L'épreuve d'évaluation en laboratoire permet de s'assurer de l'absence de contre-indications médicales à la pratique sportive. Lors de cette épreuve, des repères simples exprimés avant tout en fréquence cardiaque ou en pourcentage de la fréquence cardiaque maximale sont donnés au sportif. Ces repères vont l'aider dans la mise en place de son entraînement ou lui permettre de confirmer le bien-fondé des séances d'entraînement qu'il est déjà en train d'effectuer. Il est également conseillé d'effectuer des tests spécifiques sur le terrain dont les résultats pourront être comparés aux résultats de laboratoire et qui permettront, par leurs répétitions, de valider régulièrement la progression sur le terrain ¹⁹.

Il existe trois types d'entraînements (chez les vétérans) qui permettent de dépasser l'endurance fondamentale qu'on peut acquérir grâce à une séance hebdomadaire à 50% de la fréquence cardiaque de réserve (obtenue par le calcul de cette façon: $\%(F_c \text{ max} - F_c \text{ repos}) + F_c \text{ repos}$).

4.1.1. L'entraînement basé sur la vitesse maximale d'état stable de lactatémie

Il est possible d'évaluer la vitesse au seuil ventilatoire (Wasserman K. & Mcilroy M.B. 1964) de la vitesse maximale d'état stable de la lactatémie (VMSL). La VMSL est la vitesse maximale qui constitue la limite à conseiller pour le sportif vétérinaire. Les protocoles requièrent des séances d'entraînement à VMSL dont la durée augmente progressivement de 5 à 45 minutes; chacune de ces séances doit être précédée d'un échauffement de 15 à 20 minutes à 60% de la fréquence cardiaque maximale de réserve. Cinq minutes d'exercice à VMSL sont ajoutées toutes les deux séances pour atteindre la durée de 45 minutes après 16 séances (tableau 7). On conseille généralement de pratiquer une séance semblable par semaine, associée à des entraînements intermittents plus courts et à un entraînement de 40 à 60 minutes à une intensité moins élevée (40 à 50% de la fréquence cardiaque de réserve) ¹¹.

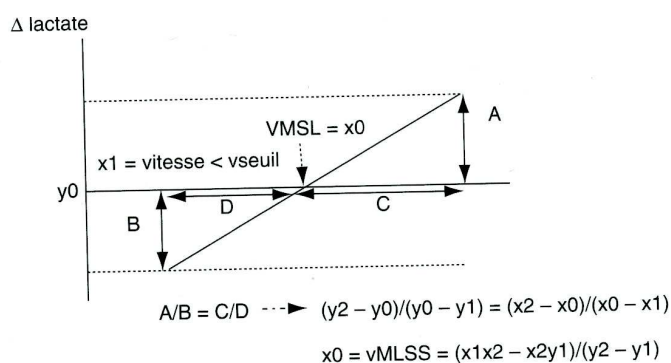


Figure 21 Détermination de la vitesse maximale d'état stable de la lactatémie (VMSL) ¹¹

séances	Contenu des séances
1-2	10 min à 60% Fc rés + 5 min à VMSL + 5 min de retour au calme à 50% Fc rés
3-4	15 min à 60% Fc rés + 10 min à VMSL + 10 min de retour au calme à 50% Fc rés
5-6	15 min à 60% Fc rés + 15 min à VMSL + 10 min de retour au calme à 50% Fc rés
7-8	15 min à 60% Fc rés + 20 min à VMSL + 10 min de retour au calme à 50% Fc rés
9-10	15 min à 60% Fc rés + 20 min à VMSL + 10 min de retour au calme à 50% Fc rés
11-12	15 min à 60% Fc rés + 25 min à VMSL + 10 min de retour au calme à 50% Fc rés
13-14	15 min à 60% Fc rés + 30 min à VMSL + 15 min de retour au calme à 50% Fc rés
15-16	15 min à 60% Fc rés + 35 min à VMSL + 15 min de retour au calme à 50% Fc rés
17-18	15 min à 60% Fc rés + 35 min à VMSL + 15 min de retour au calme à 50% Fc rés

Tableau 7 Programmation de séances d'entraînement fractionné à la VMSL ¹¹

Ces 18 séances peuvent être réalisées en deux cycles de 9 semaines séparés d'une semaine de repos relatif constituée de séances d'endurance fondamentale.

4.1.2. L'entraînement basé sur les seuils ventilatoires

Les deux seuils ventilatoires sont utilisés pour débiter sans risque l'entraînement fractionné chez le sportif vétérinaire puisque cela permet de ne pas augmenter les pressions artérielles pulmonaires tout en sollicitant un pourcentage élevé du débit cardiaque face à une acidose modeste (Lonsdorfer J.). Si un test de détermination de ces seuils ventilatoires (épreuve maximale en laboratoire) a été réalisé, il pourra pratiquer le SweetSpot qui est un entraînement de 30 minutes alternant 4 minutes au premier seuil ventilatoire et une minute au second ¹¹.

	Premier seuil	Second seuil
Ventilatoire	Première augmentation de la pente de la ventilation ($\dot{V}E$) Augmentation du rapport $\dot{V}E / \dot{V}O_2$ Augmentation plus rapide de $\dot{V}CO_2$ par rapport à $\dot{V}O_2$	Seconde augmentation de la pente de la ventilation Augmentation du rapport $\dot{V}E / \dot{V}CO_2$
Lactique*	Début d'accumulation du lactate plasmatique (<i>onset of plasma lactate accumulation</i> ou OPLA) Souvent associé à lactatémie la plus basse observée après le début d'exercice (valeur la plus basse après l'augmentation initiale du début d'effort) et avec une lactatémie de repos de l'ordre de 1 mM	Début d'accumulation du lactate sanguin (<i>onset of blood lactate accumulation</i> ou OBLA) Augmentation brusque de la lactatémie, survenant le plus souvent autour d'une valeur moyenne de 4 mM (de 3 à 5 mM selon les sujets, la pratique sportive et le niveau d'entraînement)

Tableau 8 Détermination des seuils ventilatoires ¹⁹

Paramètre	Laboratoire	Terrain	Remarques
1 ^{er} seuil	Premier décrochement ventilatoire	Apparition de la sensation de dyspnée (très bien tolérée)	Allure d'endurance de base, pouvant être maintenue très longtemps
2 ^e seuil	Second décrochement ventilatoire	Travail en fractionné long, intensité qui peut être maintenue pendant 8 à 12 min à raison de 3 à 4 répétitions lors de l'entraînement	Allure de la meilleure performance sur 10000 m
VMA	Vitesse associée au début du plateau de $\dot{V}O_2$ max	Souvent associé au dernier palier d'un test navette Vitesse maximale soutenue de 4 à 8 min selon le niveau	Meilleure performance sur : - 3000 m niveau national - 2000 m niveau régional et chez les seniors - 1500 m chez les juniors

Tableau 9 Transposition sur le terrain des résultats du test de laboratoire dans le cadre d'une évaluation d'un coureur sur tapis roulant ¹⁹

4.1.3. L'entraînement basé sur la vitesse critique

La vitesse critique correspond à la distance maximale parcourue en une heure pour un

sujet donné. Elle est considérée comme la vitesse la plus élevée utilisant exclusivement la phosphorylation oxydative pour la synthèse d'ATP. Cette vitesse est proche de la VMSL, seulement, la VMSL peut être soutenue pendant une heure alors que la vitesse critique ne peut l'être que pendant 30 à 45 minutes. Ce protocole est réservé aux vétérans dont les performances moyennes sur 3, 5 et 10 kilomètres sont déjà connues de manière à permettre la détermination de leur vitesse critique. Chaque séance comporte un entraînement fractionné précédé d'un échauffement de 15 minutes à 50% de la fréquence cardiaque de réserve. L'entraînement fractionné dure 10 minutes et se compose d'épisodes alternés de 15 secondes à 105% puis à 95% de la vitesse critique. Il sollicite la consommation maximale d'oxygène sans provoquer d'accumulation excessive d'acide lactique (Billat V., Slawinski J. & Al 2000). Une épreuve d'effort en environnement médical est nécessaire en amont afin d'établir les paramètres cardio-vasculaires et respiratoires nécessaires à l'élaboration du programme d'exercice. Sans renoncer à réaliser un entraînement d'intensité supérieure à l'endurance fondamentale (30 à 50% de la fréquence cardiaque de réserve), il faut éviter toute activité d'intensité exagérée ¹¹.

L'entraînement peut être abordé à partir de ces vitesses pour freiner la baisse de la consommation maximale d'oxygène ¹¹.

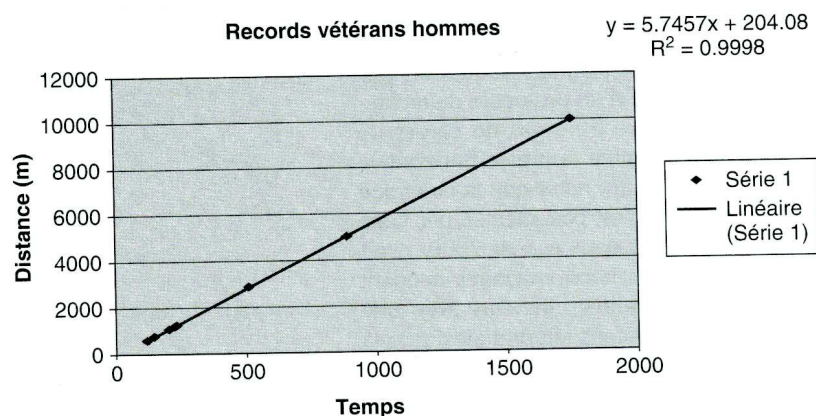


Figure 22 Détermination de la vitesse critique (pente de la droite liant la distance et les temps records) ¹¹

Si les résultats d'épreuves fonctionnelles (de laboratoire ou de terrain), ainsi que nos connaissances actuelles en biologie des activités physiques, sont essentiels et permettent de définir le contenu de certaines séances d'entraînement, l'application des notions de spécificité, progressivité, d'individualisation, de récupération et de préparation physique générale est indispensable à une répartition appropriée des différents types de séances à l'intérieur d'un programme.

4.2. L'organisation et la planification de séances d'entraînements sportifs hebdomadaires pour la préparation d'une course à pied de fond

Il est important de définir des objectifs ou des pré-objectifs afin d'organiser un entraînement en adéquation avec les attentes souhaitées. Ces objectifs peuvent être modifiés au cours des séances d'entraînements si des progrès apparaissent par exemple. La planification de l'entraînement est un facteur essentiel de la réussite sportive. Elle consiste à répartir dans le temps les différents modes d'entraînement mais également les périodes de récupération qui sont indispensables dans un programme d'entraînement sportif.

Il est important d'avoir à l'esprit que le programme d'entraînement doit impérativement tenir compte de l'objectif recherché (plaisir, performance), du handicap éventuel (maladies cardiovasculaires, problèmes ostéo-articulaires), des causes extra-sportives de fatigue (impératifs professionnels, familiaux) et du passé sportif de la personne ¹⁹.

Il existe trois allures qui correspondent chacune à un niveau d'intensité qui permettra la détermination de la charge d'entraînement.

4.2.1. L'endurance fondamentale

C'est le rythme du « footing », allure de base pour envisager des progrès ultérieurs. Elle correspond à une intensité d'environ 60 à 65% de la VMA (intensité qui varie selon les profils sportifs) et utilise la filière énergétique aérobie. C'est l'allure de course à pied dans laquelle on peut théoriquement courir sans s'arrêter. Elle est facilement repérable car elle permet de bavarder tout en courant et s'accompagne d'une fréquence cardiaque dans la fourchette des 120-140 battements/minute (paramètre variable selon les individus). Elle sert également dans la récupération et la régénération.

4.2.2. L'endurance active

Elle correspond à une intensité d'environ 70 à 75% de la VMA et se situe à la limite du seuil lactique. La fréquence cardiaque peut monter jusqu'à 150-170 battements/minute. C'est la vitesse généralement utilisée sur une distance de semi-marathon.

4.2.3. La VMA (Vitesse Maximale Aérobie)

C'est la vitesse à partir de laquelle la consommation d'oxygène est maximale. La vitesse maximale aérobie (VMA) est l'intensité de travail que l'on développe au cours d'un effort dont la dépense énergétique correspond à la consommation d'oxygène maximale ou puissance maximale aérobie. Elle peut se définir comme la vitesse de course suffisante pour faire appel à la puissance maximale aérobie (VO_2 max). Elle est généralement exprimée en km/h. Elle n'est réalisable que sur une courte durée, il est donc conseillé de l'aborder sous forme fractionnée avec des temps de récupération. L'effort est intense et la fréquence cardiaque avoisine les 170-200 battements/minute. Il s'agit donc d'une vitesse de référence essentielle pour le développement de la capacité aérobie et qui englobe principalement la puissance maximale aérobie et l'endurance aérobie ⁷. Elle permet d'aider à calibrer un entraînement (figure 10).

VMA	Objectifs/Effets/Impacts physiologiques	Type d'entraînement/Durée de course
50-65%	Accélération du métabolisme. Phase de récupération active.	Footing léger. 10-15' après un entraînement (fin de leçon).
70-80%	Echauffement. Début d'un cycle d'entraînement. Entraînemt. léger, d'entretien ou de remise en forme. Equilibre aérobie. Utilisation prioritaire des lipides.	Allures pouvant être maintenue longtemps. Temps de course égal ou supérieur à 20'. Convient bien à un entr. dans le cadre scolaire.
75-90%	Course à allure soutenue, en continu ou en fract. Développement optimal de la capacité aérobie. Limite aérobie-anaérobie. Utilisation mixte des lipides et des glucides.	Travail continu: 12 - 20' Travail fractionné avec récup. réduite, active Ex.: 2 x 8' P 2' (marche ou course lente) 2 x 10' P 3' 1 x 12' + 1 x 8' P 3' Convient bien à un entr. dans le cadre scolaire.
85-100% et plus	Courses fractionnées avec temps de récup. active. La filière anaérobie chevauche la filière aérobie. (début de la production lactique). Utilisation prioritaire du glycogène.	Durée de course: 3 - 6' Ex.: 5 x 3' P 3' (marche ou course lente) 3 x 6' P 3' Prévoir une progression au cours des entraînements. L'activité en plein air est recommandée (jeux de course, fartlek).
95-120% et plus	Le travail devient lactique. Développement de la capacité anaérobie. Utilisation anaérobie de glycogène.	Durée de course: 1 à 2' 4 à 6 répétitions Pause: 2-3' (marche ou course légère). Ce type d'entraînement, compte tenu de son intensité (forte sollicitation anaérob. et production de lactates), n'est pas conseillé dans le cadre scolaire.

Tableau 10 Les impacts physiologiques et le type d'entraînement en fonction du % de VMA

Elle représente un indicateur de performance et il existe une multitude de tests qui permettent son calcul.

Calcul simple de VMA:

Test de Cooper de 6 minutes sur une piste. Le test du demi-Cooper consiste à faire courir l'athlète sur la plus grande distance qu'il peut parcourir en 6 minutes à une vitesse soutenue⁴⁸. La valeur de la VMA correspond alors à la distance parcourue (en mètres) que l'on divise par cent.

Pour le mettre en place, sur un circuit plat ou sur un stade, placer des balises (cônes, bouteilles, bâtons,...) tous les vingt mètres ou tous les cinquante mètres. L'idéal est de courir à un rythme régulier adapté à son habitude et paramétré par rapport à son temps et à sa distance théorique. Le coureur doit éviter les à-coups. L'utilisation d'un cardiofréquencemètre est possible pour gérer au mieux l'effort.

Connaître sa VMA permet **d'adapter son allure, à l'entraînement** comme en compétition, en fonction de ses objectifs et de ses capacités physiques. Lors d'une séance d'entraînement comportant un travail fractionné, vous devrez courir à une intensité élevée, comprise entre 85% et 100% de votre VMA selon l'objectif de l'exercice.

4.2.4. En pratique sur le terrain

Pour une course à pied de fond, l'entraînement est à commencer au moins trois à quatre mois avant le jour de la compétition. Il est nécessaire d'utiliser différents protocoles d'entraînement non seulement par le biais d'exercices intermittents mais aussi continus en alternance un jour sur deux.

À cela peut être ajoutée une préparation physique générale (PPG) qui est une éducation physique dont l'objectif est l'épanouissement physique et psychologique de l'individu. En effet le sportif doit être capable de supporter physiquement et psychologiquement les séances d'entraînement. Ainsi la pratique d'exercices d'étirement et de renforcement musculaire permet l'adaptation aux contraintes physiques du programme d'entraînement¹⁹.

Le plan d'entraînement doit comporter trois à quatre séances par semaine ce qui équivaut à un entraînement tous les deux jours (tableau 11). C'est le minimum pour une préparation efficace. Courir tous les deux jours permet de profiter au maximum des effets de l'entraînement tout en laissant un temps nécessaire à la récupération. De plus la stimulation musculaire retombe au bout de 48 heures. Il faut ainsi la stimuler à nouveau en reprenant

l'entraînement. Le plan d'entraînement doit comprendre à la fois des activités physiques sollicitant le métabolisme aérobie par des exercices de longue durée mais aussi des exercices plus courts et répétés de nombreuses fois. Ces derniers sont appelés « interval training » ou exercices de fractionné.

Dans la pratique, le premier mois est consacré à la reprise de la course à pied (si celle-ci n'est pas régulière). Au cours de celui-ci, trois à quatre séances hebdomadaires (de 45 minutes à 1 heure 15) d'endurance fondamentale (EF) peuvent être mises en place. Pour un entraînement d'endurance fondamentale, l'allure doit être celle du footing (environ 60 à 65% de la VMA). Les entraînements de fractionné ou de PMA seront gardés pour plus tard. Au cours du deuxième mois, les séances hebdomadaires d'endurance fondamentale peuvent être rallongées de 45 minutes mais ne doivent pas excéder 1 heure 30 et des séances de fractionné peuvent être mises en place. Ainsi il est possible d'associer une séance de fractionné (PMA) et/ou une séance d'endurance active (EA) à un des quatre entraînements hebdomadaires en commençant par de l'endurance fondamentale qui fera office d'échauffement. Le principe des exercices intermittents ou fractionnés est d'alterner de courtes périodes de course rapide avec une récupération (active ou passive) ne dépassant pas 2 minutes. Cela permet ainsi de maintenir un rythme cardiaque élevé plus longtemps que pendant une séance de course à pied continue à rythme élevé. Les séances de travail fractionné permettent de progresser efficacement sur le plan cardiaque, musculaire, physiologique et technique.

Lors du troisième mois, la durée des sorties de la semaine peut encore être augmentée sans dépasser deux heures de course à pied et le travail à allure de course de fond peut commencer. Les premières estimations des objectifs envisageables peuvent être faites. Au cours du quatrième mois, des sorties longues (jusqu'à 2 heures 15) peuvent être programmées. À trois semaines de la course, l'objectif définitif à atteindre peut être déterminé. Dans le planning des entraînements, d'autres activités sportives peuvent être planifiées (sur les jours de repos par exemple). Ainsi des activités de détente comme de la piscine, du vélo ou de la marche peuvent être effectuées. Durant les séances d'entraînement, il est important de ne pas négliger les étirements qui devront être effectués à chaque fin de séance. Ils entretiennent la mobilité et l'assouplissement des muscles.

La semaine qui précède le jour de la compétition devra être allégée. Toutefois l'inactivité totale n'est pas non plus une solution. Il est donc recommandé de planifier une ou deux sorties courtes d'une durée allant de 30 à 40 minutes à allure « footing ». La continuité de l'entraînement est importante, les acquis liés à celui-ci ne seront que consolidés. Lors de cette semaine des activités de récupération peuvent être intégrées (piscine, marche, vélo).

	Semaine facile	Semaine difficile
Lundi	Repos	Repos
Mardi	45 min EF	45 min EF
Mercredi	Repos	45 min EF + 15 min EA
Jeudi	1 h 15 EF	Repos
Vendredi	Repos	30 min EF + 10 min PMA + 20 min EF
Samedi	45 min EF + 15 min EA	45 min EF ou Repos
Dimanche	40 min EF ou Repos	1 h 15 EF + 15 min EA

Tableau 11 Plan d'entraînement hebdomadaire ²⁴

L'arthrose ou usure du cartilage concerne essentiellement les articulations du membre inférieur (genoux, hanche, etc). Ainsi il est particulièrement important d'échauffer ces articulations avant chaque entraînement. Avec l'âge, la force et la masse musculaire diminuent de façon progressive et inéluctable. Il est alors important de stimuler et de chauffer les muscles de la ceinture pelvienne, du dos et du membre inférieur lors d'un échauffement au début de chaque entraînement.

Enfin l'âge modifie progressivement le fonctionnement du cœur et des artères. Des symptômes cardio-vasculaires peuvent apparaître avec l'âge, comme un essoufflement ou des palpitations à l'effort, une hypotension avec des sensations de vertiges aux changements de position, une fatigue pour de simples gestes de la vie quotidienne. Il est donc primordial d'insister sur l'échauffement du cœur (par élévation du débit ventilatoire et du débit cardiaque) qui permet une mobilisation progressive du système cardiaque et respiratoire. L'augmentation du débit sanguin permettra d'améliorer l'apport d'oxygène aux muscles nécessaire à la contraction musculaire.

5. Les précautions et adaptations nécessaires chez le sportif de plus de 50 ans lors d'une compétition de course à pied de fond

5.1. Chez le sportif diabétique (DT1 et DT2)

L'exercice physique est considéré comme un élément important dans la prise en charge des deux types de diabètes et il n'est pas justifié de le contre-indiquer par peur de perturber l'équilibre glycémique. L'activité sportive induit différents changements hormonaux. D'un côté, la sécrétion d'insuline diminue, de l'autre les taux d'hormones hyperglycémiantes de contre-régulation (adrénaline, cortisol, glucagon, hormone de croissance) augmentent. Les deux mécanismes ont pour but de mobiliser de l'énergie en favorisant la néoglucogenèse et la glycogénolyse ⁴⁹. Un autre changement physiologique très important est la sur-expression du transporteur insulino-dépendant GLUT-4 (glucose transporter type 4), à la surface des cellules musculaires, induite par la contraction musculaire. Ce mécanisme est responsable de la captation du glucose largement accrue par les cellules musculaires, même en présence d'une quantité faible d'insuline ⁵⁰. Cet effet persiste durant plusieurs heures après l'activité physique ⁵¹. Après l'effort, les besoins en glucides sont élevés parce que les stocks de glycogène dans les muscles et dans le foie doivent être renouvelés.

Les exercices prolongés d'intensité moyenne sont hypoglycémiant tandis que les exercices intenses et brefs, intermittents ou stressants sont hyperglycémiant car ils entraînent des épisodes transitoires de glycogénolyse.

Les quatre règles à respecter définies par la Société francophone du diabète ¹⁹

- I. Programmer l'activité physique
- II. Diminuer la ou les insulines couvrant la période de l'activité à condition que la glycémie capillaire soit correcte (< 8 mmol/L). Cette diminution peut être de l'ordre de 50 voire 75%.
- III. Être bien équilibré. La glycémie capillaire avant l'effort est indispensable: si elle inférieure à 6-8 mmol/L, prendre au moins 15 grammes de glucides (= 1 Grany® aux pommes ou à l'abricot qui équivaut à 20 grammes de glucides pour 130 kcal) avant de commencer l'activité sportive; si elle se situe entre 8 et 14 mmol/L, l'exercice peut être

réalisé sans risque; si elle est supérieure à 15 mmol/L, il faut s'assurer de l'absence de cétonurie qui nécessiterait de reporter l'activité sportive, ou être particulièrement prudent.

IV. L'autosurveillance glycémique doit être poursuivie pendant et également après l'exercice (immédiatement après puis une ou deux heures après), car on oublie souvent que les hypoglycémies peuvent survenir après effort, la nuit et au repos. La société francophone du diabète indique qu'il est difficile de codifier l'adaptation des doses d'insuline et/ou les apports en glucides et que seuls des conseils personnalisés peuvent être donnés. Ces conseils devront être « validés » ou modifiés en fonction des résultats de l'autosurveillance glycémique.

Dans les diabètes, l'activité physique est un outil pédagogique pour apprendre la maîtrise de son diabète par l'apprentissage des contrôles de variation de la glycémie.

Dans la revue médicale suisse, un article ⁵² a fait une mise au point sur les aspects physiologiques du sport chez les patients diabétiques de type 1, notamment en rapport avec les changements métaboliques qui sont différents de ceux des sportifs non diabétiques, et a essayé de donner des recommandations pour les apports en glucides et l'adaptation du traitement d'insuline. Pratiquer un sport lorsque l'on est atteint d'un diabète de type 1 nécessite des adaptations du traitement d'insuline et des apports alimentaires en hydrates de carbone (glucides) afin d'éviter les troubles métaboliques, notamment les hypo mais aussi les hyperglycémies. L'adaptation du traitement dépend de nombreux facteurs: de l'heure, de la durée, du type et de l'intensité de l'effort, mais aussi du stress psychologique du sportif (souvent lié à la pratique de compétitions).

5.1.1. Le risque hypoglycémique

L'hypoglycémie est définie par un taux de glucose dans le sang inférieur à 0,7 g/L (4 mmol/L). Tremblements, faiblesse, nervosité, anxiété, sensation de faim, transpiration anormale et picotements de la bouche et des doigts sont des symptômes habituels de l'hypoglycémie. Des symptômes neurologiques existent aussi. Il s'agit de troubles visuels, de maux de tête, d'amnésie, de confusion, d'une perte de connaissance ou encore d'un coma ⁹. Il est important que le diabétique apprenne à reconnaître ces signes lors d'un effort physique.

Lors de l'activité sportive, une hypoglycémie peut survenir en raison de l'augmentation de la sensibilité à l'insuline.

Pour beaucoup de patients atteints de diabète de type 1, le risque principal en lien avec le sport est la survenue d'hypoglycémie. Il y a plusieurs mécanismes et raisons qui sont responsables du risque hypoglycémique. Premièrement, l'insuline administrée à des doses habituelles non réduites avant le sport entraîne une diminution de la glycolyse et de la néoglucogenèse ⁵³. En second lieu, des hypoglycémies récurrentes, des efforts répétés ou une neuropathie autonome déjà présente peuvent réduire la sécrétion des hormones de contre-régulation, ce qui diminue d'autant plus la glycolyse et la néoglucogenèse ⁵⁴. Enfin, l'injection d'insuline au niveau des membres sollicités, un climat chaud et humide et une vascularisation augmentée des muscles et du tissu adipeux accélèrent la réabsorption d'insuline, ce qui peut mener à des hypoglycémies ⁵⁵. Les hypoglycémies apparaissent typiquement au cours de l'effort et juste après lors de la reconstitution des réserves de glycogène. Mais elles peuvent également survenir plusieurs heures après le sport à cause de l'augmentation de la sensibilité à l'insuline (liée à la sur-expression persistante du transporteur GLUT-4). Dans ce contexte, les hypoglycémies nocturnes sont particulièrement redoutées ⁵⁶.

Dans le cas du diabète de type 2, l'hypoglycémie est également possible mais l'exposition à celle-ci dépend du traitement pharmacologique (voir p. 93, sous-partie 5.1.3.2.).

5.1.2. Le risque hyperglycémique

Le stress (excitation, concentration, engagement) occasionné par la compétition peut provoquer une poussée d'adrénaline qui fait monter la glycémie. On observe alors une hyperglycémie qualifiée de « paradoxale ». C'est un phénomène qui est bien connu et qui peut prendre une grande ampleur. En général, l'évolution se modifie favorablement de manière spontanée en moins de deux heures. Dans ce cas, l'injection supplémentaire d'insuline n'est pas recommandée. Lorsque l'activité sportive démarre dans une période de déséquilibre relatif, avec une glycémie élevée (>14 mmol/L soit 2,5g/L) sans cétose associée, il faut être prudent mais cela ne représente pas un interdit catégorique de la pratique sportive ¹⁹. À la fin de la course, une hyperglycémie peut être relevée sur le lecteur de glycémie. Elle peut venir d'une déshydratation qui augmente artificiellement les résultats du lecteur. Mais elle peut également venir du fait que l'effort entraîne une sécrétion d'hormones de vigilance hyperglycémiantes (adrénaline, cortisol). Celle-ci peut d'ailleurs survenir possiblement dans les 6 heures après l'effort et peut se déclarer jusqu'à 24 heures après, on parle de « rebond glycémique ». Le phénomène de « rebond glycémique » peut être observé pendant la phase de

récupération uniquement pour des activités en condition aérobie. En pratique, ce risque est rarement observé.

5.1.3. Conseils d'adaptation anticipatoire des doses d'insuline

L'insuline est au centre des régulations métaboliques. Elle est fabriquée par les cellules β des îlots de Langerhans du pancréas. Le taux sérique d'insuline est, chez le sujet adulte à jeun, de l'ordre de 90 pmol/L; il augmente de 0,09 pmol/L en moyenne par année chez les hommes et de 0,14 pmol/L chez les femmes (Colman E., Toth MJ, Katzel LI et Al. 1995). Le vieillissement s'accompagne donc « normalement » d'une diminution de la tolérance au glucose. La diminution de la sensibilité des tissus à l'insuline peut notamment être mise en rapport avec celle des taux d'IGF-1 (Insulin-like Growth Factor 1) et de DHEA (Déhydroépiandrostérone), dont on sait qu'ils peuvent améliorer cette même sensibilité (Paolisso G., Tagliamonte M.R, Et Al. 1999). C'est une diminution excessive de la sensibilité à l'insuline qui est responsable de l'apparition du diabète de type 2 ¹¹.

Les adaptations de traitement de l'insuline ainsi que l'apport en glucides dépendent de plusieurs facteurs qui sont: l'intensité de l'exercice, sa durée et le niveau d'entraînement du patient. Il persiste de grandes variabilités glycémiques inter et intra-individuelles liées à une variabilité de la cinétique de l'insuline, de son absorption et de nombreux autres paramètres. Il n'existe donc pas de protocole standard d'adaptation des doses d'insuline. Toutes les grilles de recommandations, aussi précises soient-elles, sont à considérer comme des points de repères généraux qui doivent être confrontés à l'expérience de chacun. Les schémas insuliniques sont à personnaliser et la prévention représente une mesure clé.

Ici nous nous concentrerons sur les adaptations insuliniques et sur l'apport glucidique chez le sujet diabétique de plus de cinquante ans qui a suivi un entraînement rigoureux pour la préparation d'une compétition de course à pied de fond. Ce sont d'ailleurs les sports d'endurance qui sont les plus conseillés chez la personne diabétique puisqu'ils permettent un entraînement progressif ainsi qu'une surveillance et un contrôle glycémique plus facile.

Tout d'abord, quelques recommandations générales sont à considérer. Si l'injection est faite dans les deux heures avant la course, il faut éviter l'injection d'insuline au niveau des membres sollicités par l'activité physique (éviter les cuisses dans le cas de la course à pied). En effet l'injection dans la zone sollicitée lors de l'effort physique peut accélérer l'absorption et l'action métabolique de l'insuline à cause de l'augmentation du flux sanguin dans les

membres. La variabilité de la glycémie est donc moins fluctuante si l'injection d'insuline se fait dans l'abdomen. Il est également important de noter que l'absorption de l'insuline est augmentée à des températures élevées et qu'à l'inverse elle est diminuée lorsque la température baisse ⁵². Il a été observé que le risque hypoglycémique est moins important si l'effort a lieu plus de deux heures après l'injection.

Les variations de sensibilité à l'insuline, au cours de l'effort et de la récupération, sont difficilement gérables par un algorithme de contrôle d'une perfusion sous-cutanée d'insuline. Il est donc important de définir une glycémie cible et de se prémunir d'une éventuelle hypoglycémie pendant l'effort.

La glycémie doit être mesurée avant et après effort pour voir l'impact de l'activité physique sur celle-ci. Il est important que chaque sportif évalue ses propres besoins en fonction de ses habitudes sportives en testant des apports glucidiques et en mesurant sa glycémie fréquemment pendant et après l'effort. Il n'est pas possible de prédire la dose d'insuline à injecter avant un effort. C'est pourquoi chaque personne doit prendre ses expériences antérieures comme référence et avoir toujours à disposition des collations supplémentaires. Un carnet de suivi peut être tenu avec l'historique des glycémies selon l'intensité de l'effort, les doses d'insuline et les resucrages ingérés. La variabilité de la réponse glycémique d'un patient à l'autre est grande.

5.1.3.1. Dans le cas du diabète de type 1

Malgré le fait évident que la prédiction des doses d'insuline ne soit pas possible, des préconisations de diminution d'insuline peuvent servir de base. Dans la littérature, des adaptations anticipatoires des doses d'insuline sont retrouvées et peuvent servir de base de raisonnement ¹⁹. Les protocoles diffèrent selon le schéma insulinaire, mais le plus souvent c'est le schéma « basal-bolus » qui est modifié. Le principe est de modifier le bolus d'insuline d'analogue rapide (du petit-déjeuner d'avant course). Lors d'un effort important et prolongé, comme c'est le cas ici, une diminution de l'insuline basale est justifiée (de l'ordre de 15 à 30% la veille).

Les analogues d'action rapide lispro (Humalog®), aspart (Novorapid®), glusiline (Apidra®), Aspart-B3 (Fiasp®) ont facilité la pratique de l'exercice chez les diabétiques permettant des adaptations « souples » et des « rallonges » en cas d'échappement hyperglycémique. Leur action est plus rapide, plus courte et plus puissante que les insulines rapides « classiques ». Il

a été démontré que si l'analogue lispro est injectée au début d'un repas de 75 grammes de glucides, dans le cas d'un exercice survenant 90 minutes après le repas, les règles qui se dégagent sont les suivantes ¹⁹:

- exercice de 30 minutes; selon l'intensité, 25% de VO₂ max, baisser de 25% la dose, 50% de VO₂ max, baisser de 50% la dose, 75% de VO₂ max, baisser de 75% la dose;
- exercice de 60 minutes; selon l'intensité, 25% de VO₂ max, baisser de 50% la dose; 50% de VO₂ max, baisser de 75% la dose.

Les hypoglycémies les plus sévères surviennent généralement au cours de la nuit qui suit la compétition. Elles s'expliquent par l'augmentation de la sensibilité à l'insuline et la reconstitution des stocks musculaires et hépatiques du glycogène. Pour anticiper l'hypoglycémie retardée, il n'y a pas de consensus véritable mais si la glycémie est inférieure à 1,2 g/L, il est donc recommandé de diminuer de 30 à 50% l'insuline rapide ou intermédiaire du soir.

L'utilisation d'une pompe à insuline rend l'adaptation au sport plus facile et permet plus de flexibilité. Il faut tout même bien vérifier la perméabilité du cathéter et contrôler régulièrement l'absence de déplacement ou d'obstruction du dispositif. Lorsque les patients sont traités par pompe à insuline, il faut ¹⁹:

- Diminuer systématiquement le débit d'insuline basale de 75% 45 minutes à 1 heure avant la compétition
- Réduire de 50 à 80% les bolus préprandiaux en fonction des glycémies
- Réduire le débit de base de 25 à 30% les heures suivant la compétition en fonction des glycémies

Pour anticiper l'hypoglycémie retardée, il n'y a pas de consensus véritable mais le débit de base peut être diminué de 10 à 20% la nuit suivant la compétition.

5.1.3.2. Dans le cas du diabète de type 2

L'exercice sportif, chez ce type de patient, présente peu de risques hypoglycémiant si celui-ci n'est pas traité par insuline ou traitements hypoglycémiant. Si le patient est insulino-traité, les conseils de diminution anticipatoire des doses insuliniques est aussi à envisager comme pour le diabétique de type 1. Si le patient est sous traitements oraux hypoglycémiant (sulfonylurées ou glinides), une adaptation sera faite en diminuant de 50% la prise qui précède l'exercice. Dans certains cas, il faut même supprimer la prise du traitement avant l'activité sportive ⁵⁷. Au fil du temps, lorsque l'entraînement commencera à avoir des répercussions positives sur le contrôle métabolique, il est possible qu'une réduction des traitements antidiabétiques oraux soit nécessaire. Au départ, si sa glycémie est inférieure à 6-8 mmol/L alors il devra se resucrer par 15 grammes de glucides à index glycémique élevé. Un contrôle de la glycémie doit s'effectuer avant l'effort et se répéter au cours de celui-ci. Les traitements par metformine, les inhibiteurs de la DPP4, acarbose et analogues de la GLP1 ne présentent pratiquement pas de risque hypoglycémique et ne nécessitent donc pas de modification de dose ni de prise de glycémie ¹⁹.

Le rôle de l'expérience de chaque patient diabétique est primordial. Pour chacun des diabètes, à partir des adaptations insuliniques et des résultats des tests glycémiques, des conclusions devront être tirées pour gérer au mieux les efforts à venir.

5.1.3.3. Le système d'auto-surveillance du glucose interstitiel par système flash, une nouveauté disponible en pharmacie d'officine ⁹

En pharmacie d'officine, depuis le 1er juin 2017, un système d'auto-surveillance du glucose interstitiel par système flash est autorisé et remboursé à 100 % par la sécurité sociale sous certaines conditions. Le système, qui se substitue à l'auto-surveillance de la glycémie capillaire, se compose :

- d'un capteur étanche fixé à l'arrière du bras pour mesurer la concentration du glucose dans le liquide interstitiel toutes les minutes pendant 14 jours;
- d'un lecteur qui scanne le résultat et donne la dernière mesure de glycémie, la tendance d'évolution ainsi que l'historique sur 8 heures (un résultat enregistré toutes les quinze minutes).

La prise en charge de ce système est réservée aux patients répondant aux critères suivants:

- être âgé d'au moins 4 ans et être atteint d'un diabète de type 1 ou 2;
- être traité par insulinothérapie intensifiée (par pompe externe ou par au moins 3 injections quotidiennes);
- réaliser une autosurveillance glycémique au moins 3 fois par jour;
- avoir reçu une éducation thérapeutique ainsi qu'une formation spécifique à l'utilisation du système flash d'autosurveillance de glucose interstitiel.

Ils permettent une mesure continue de la glycémie, via une application dédiée sur le téléphone, par un système peu invasif. Le capteur est à positionner (système adhésif) à l'arrière du bras et à renouveler au bout de 14 jours. Des améliorations ont été faites sur les nouveaux modèles: meilleure fiabilité dans les valeurs glycémiques basses ou très basses et intégration d'un système d'alarme pour anticiper les hypo ou hyperglycémies. La mesure continue de la glycémie, facile d'utilisation, facilite le contrôle avec une meilleure détection de l'hypoglycémie, qui traitée plus tôt, sera moins sévère et moins invalidante. L'activité sportive en sera plus confortable et plus performante. Elle aide également à la décision par visualisation de la tendance (subjective ou définie par Intelligence Artificielle) des glycémies à venir par la connaissance de la glycémie en continu.

La prescription initiale est faite par un diabétologue ou un pédiatre expérimenté en diabétologie. À l'issue d'une période d'essai de un à trois mois, une évaluation est effectuée par le médecin prescripteur afin d'envisager ou non la poursuite de ce type de surveillance. La prescription suivant la période d'essai est assurée par le diabétologue ou le pédiatre. Le renouvellement ultérieur de la prescription est assuré par tout médecin.

La prise en charge nécessite que les dispositifs (lecteur et capteurs) soient distribués par le réseau des pharmaciens d'officine. En cas d'autosurveillance de la glycémie par prélèvement d'une goutte de sang chez l'adulte, 1 lecteur de glycémie est remboursé tous les 4 ans et 1 autopiqueur tous les ans. En cas d'autosurveillance par mesure du glucose interstitiel un kit est pris en charge tous les 4 ans et un capteur est pris en charge tous les 14 jours. Les lecteurs et les kits pris en charge sont garantis 4 ans au minimum; il est important de conserver tous les documents relatifs à cette garantie afin d'obtenir le remplacement de l'appareil par le fabricant, en cas de panne (une nouvelle prescription par le médecin est alors inutile).

5.1.4. L'apport supplémentaire de glucides chez le sujet diabétique

Dans le cas d'une course de fond en compétition, on sait que la performance est liée aux stocks musculaires et hépatiques de glycogène. L'avant-dernier repas va servir à constituer une réserve glycogénique musculaire et hépatique. Il doit donc être riche en hydrates de carbone (55 à 70% de glucides complexes), par exemple une assiette de 200 à 300 grammes (poids sec) de pâtes non complètes. Le repas précédant la compétition visera la reconstitution des réserves hépatiques. Idéalement pris 3 heures avant l'épreuve, il apportera 100 grammes de glucides sous forme d'un repas hypolipidique associant des glucides à index faible et élevé (exemples: riz, pain, confiture, fruits, boisson faiblement sucrée). Avant l'épreuve, si la glycémie est inférieure à 6-8 mmol/L, un apport glucidique (index glycémique élevé) de 15 à 20 grammes peut s'avérer utile (un petit écolier® = 20 grammes de glucides pour 140 kcal ou un petit berlingot de lait concentré sucré = 20 grammes de glucides pour 100 kcal ou 3 morceaux de sucre = 15 grammes de glucides ou une demi-banane = 15 grammes de glucides). Cette quantité de resucrage permettra la remontée de la glycémie d'environ 0,50 g/L. Dès le début de la course, il faudra assurer un apport exogène régulier fractionné de glucides (environ 50g/heure ou 15 à 20 grammes toutes les 30 à 45 minutes) sous forme de boissons sucrées permettant un apport hydrique (environ 500 mL/heure). On conseille des concentrations de quatre à dix grammes de glucides par 100 mL et un apport de sodium de 1g/L. L'apport glucidique est également possible sous forme solide (trois Figolu® = 45 grammes de glucides pour 210 kcal, deux barres de Mars® = 60 grammes de glucides pour 360 kcal). À l'arrêt de l'activité sportive, il faut poursuivre les apports de glucides pour reconstituer les réserves de glycogène et éviter la survenue d'une hypoglycémie à distance de la compétition. Il est conseillé d'intégrer une boisson bicarbonatée pour éviter les crampes liées à l'acidose, associée à une boisson sucrée à index glycémique élevé. Les 50 grammes de glucides apportés par cette boisson sucrée et le repas suivant, enrichi à 70% de glucides, doivent permettre de reconstituer les réserves en glycogène. Enfin la réalisation de la glycémie capillaire au coucher est fortement conseillée pour savoir si une collation glucidique est nécessaire (prévention de l'hypoglycémie nocturne). En cas d'hypoglycémie survenant malgré ces précautions, un resucrage habituel facilement disponible et absorbable sera fait. La quantité de glucides nécessaire à la poursuite de l'exercice devra être rajoutée en prévention d'une hypoglycémie récidivante. L'activité sportive sera reprise si la glycémie dépasse les 6-8 mmol/L ¹⁹.

5.1.5. Une attention particulière aux pieds diabétiques

Les complications du diabète (type 1 ou 2) qui touchent les pieds se manifestent par une perte de la sensibilité des pieds (principal symptôme de la neuropathie diabétique) due à une atteinte des nerfs de contact. Cela empêche la perception des douleurs, des déformations ou des blessures retrouvées au niveau du pied. Le port de chaussures adaptées et l'auto-contrôle quotidien des pieds sont importants pour tous les patients diabétiques, mais particulièrement pour ceux qui font régulièrement du sport. En effet le pied du sportif est soumis à de nombreux traumatismes, aigus, de surcharge et à des microtraumatismes répétés. L'état des pieds diabétiques constitue donc un domaine sensible et délicat: lavage, hygiène générale, traitements des blessures, des déformations, des verrues, des ongles incarnés et des mycoses. La neuropathie autonome est associée à différents effets indésirables en lien avec le sport comme l'hypoglycémie, l'hypotension orthostatique et la thermorégulation réduite.

5.2. Chez le sportif hypertendu

L'activité physique régulière fait maintenant partie intégrante du traitement de l'HTA. Elle n'est donc plus une contre-indication à la pratique sportive même en compétition. Les risques potentiels de la pratique sportive chez le sujet hypertendu sont essentiellement liés à l'intensité de l'exercice, au manque d'entraînement et à l'environnement.

L'aptitude aux sports de compétition et de loisir chez l'individu hypertendu repose sur les recommandations européennes, European Society of Cardiology ou ESC de 2018, ⁵⁸ (tableau 12) et américaines, Conférence de consensus de Bethesda de 2005 ⁵⁹ (tableau 13). En fonction du niveau de risque du patient et de la classification des sports de Bethesda, le sportif hypertendu pourra être autorisé ou non à pratiquer certains sports.

Les sports d'endurance en compétition sont autorisés chez le sujet hypertendu à condition que la pression artérielle soit à faible risque, bien équilibrée, que le sujet soit asymptomatique, que les autres facteurs de risques soient contrôlés et qu'un suivi annuel soit effectué comportant un ECG (électrocardiogramme), une échographie cardiaque et un test d'exercice ¹⁹.

Ils sont autorisés sans restriction en cas d'HTA d'effort isolé ou en cas d'HTA de repos modérée (grade 1 ou 2) ou normalisée par le traitement médical ⁵⁹. Une HTA bien contrôlée, sans atteinte associée d'un organe cible, ne contre-indique pas la pratique du sport en compétition (avec un bilan et un suivi spécifique) ⁶⁰.

Risque	Bilan	Critères de participation	Recommandations
Bas	Anamnèse, status, ECG, ergométrie, échographie	PA contrôlée	Tous sports
Modéré		PA contrôlée et facteurs de risque	Tous sports sauf sports III C (hautes composantes statique et dynamique)
Haut		PA contrôlée et facteurs de risque	Tous sports sauf III A-C (haute composante statique)
Très haut		PA contrôlée et facteurs de risque, pas de pathologies cliniques associées	Sports I A-C uniquement (basse composante statique)

Tableau 12 Recommandations de l'ESC pour les activités autorisées (selon la classification de Mitchell et Coll) chez un patient hypertendu selon le profil de risque global ⁵⁸

Béthesda	A Dynamique Faible	B Dynamique Moyen	C Dynamique Fort
I. Statique Faible	Billard Bowling Cricket	Base-ball Tennis de table Volley-ball	Badminton/cross Ski/marche Hockey sur gazon ¹
	Curling Golf Tir arme à feu	Escrime Tennis double	Course d'orientation Course longue durée Squash Tennis/football
II. Statique Moyen	Tir à l'arc Course auto ^{1,2} Plongée sous-marine ^{1,2}	Sprint/surf ^{1,2} Patinage ¹	Basket ¹ /ski de fond Hockey sur glace ¹ Natation/handball
	Equitation ^{1,2} Motocyclisme ^{1,2} Plongeon	Football A/natation synchronisé ² Rodéo/rugby ¹ Saut/athlétisme	Crosse canadienne Course moyenne durée Biathlon
III. Statique Fort	Bobsleigh ^{1,2} Ski nautique Gymnastique ^{1,2}	Body-building ^{1,2} Ski descente ^{1,2} Lutte ¹	Boxe ¹ Canoë-kayak Cyclisme ¹
	Arts martiaux ^{1,2} Luge ^{1,2} /voile Escalade ^{1,2} Haltérophilie ^{1,2} Planche à voile ^{1,2}	Skate-board Snow-board	Décathlon Aviron Patin de vitesse Triathlon

¹ Risque de traumatisme. ² Risque lié à l'environnement en cas de syncope.

Tableau 13 Classification des sports revue en 2005 selon J.H Mitchell lors de la conférence de Bethesda ⁵⁹

6. Les facteurs susceptibles d'améliorer les performances sportives dans le cadre d'une compétition de course à pied de fond

6.1. Une hygiène de vie saine

La probabilité d'avoir un accident cardio-vasculaire ou cardiaque augmente nettement après 50 ans chez l'homme et après 60 ans chez la femme. Les femmes, jusqu'à la ménopause, sont plus protégées que les hommes face aux maladies cardio-vasculaires. En effet les hormones (oestrogènes et progestérone) les protègent. Mais après 60 ans, une femme a la même probabilité qu'un homme de développer une maladie cardio-vasculaire. Il existe toutefois des facteurs de risques cardio-vasculaires sur lesquels on peut agir. La consommation de tabac en fait partie. En effet le tabac est très impliqué dans la survenue des artérites des jambes. On compte aussi le surpoids, l'obésité et la consommation excessive d'alcool. Le tabac est donc à bannir et la consommation d'alcool est à modérer ⁹.

6.1.1. Une alimentation saine et une bonne hydratation

L'alimentation du sportif de plus de cinquante ans, en amont de la compétition de course à pied, doit être équilibrée et adaptée. Elle est un facteur clé de la performance.

De nombreux oligo-éléments et vitamines sont impliqués dans le métabolisme énergétique. Leurs besoins augmentent au prorata de l'effort. Un apport suffisant suppose une alimentation variée, voire une supplémentation en vitamine B, en fer, en calcium et en magnésium selon le type d'alimentation. Une bonne hygiène de vie prévient les carences vitaminiques: sevrage tabagique pour la vitamine C, faible consommation de café et de de thé (absorption des vitamines A, B, B12 et du fer) et abstention de boissons alcoolisées (vitamines B et C). La consommation, en quantités suffisantes, de produits laitiers, légumes secs et verts, de céréales, de viandes et éventuellement de boissons de l'effort évite toute carence.

L'Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire Alimentaire (ANSES) a estimé que la « micronutrition » n'était pas un concept suffisamment étayé au plan scientifique et que la prise en charge nutritionnelle des sportifs devait se faire conformément aux recommandations consensuelles et à la réglementation ⁶¹.

6.1.1.1. Les apports en protéines

Les protéines de l'alimentation fournissent les acides aminés nécessaires à la synthèse des protéines, constituant majeur du muscle. Les besoins en protéines de la personne de plus de cinquante ans sont pratiquement égaux à ceux de l'adulte plus jeune: un apport de 0,8 g/kg/j correspond aux besoins de base et les recommandations, tenant compte d'une marge de sécurité, s'élèvent à 1,1 g/kg/j.

Dans les sports d'endurance, les besoins s'élèvent à environ 1,5 g/kg/j (15% de l'apport calorique) à cause principalement de l'augmentation des pertes protéiques pendant l'effort qui représentent seulement 5 à 10% des dépenses au cours de l'effort. Celles-ci sont généralement couvertes par l'augmentation de la prise énergétique. Un apport protéique supplémentaire durant une course à pied n'améliore donc pas l'effet bénéfique de l'effort, même si celui-ci est relativement intense ¹¹.

6.1.1.2. Les apports en lipides

Dans le cadre d'une alimentation équilibrée, le sportif de plus de cinquante ans devrait consommer environ 30% de sa ration énergétique sous forme de lipides ¹¹. Ils lui apportent l'énergie sous forme concentrée et les acides gras essentiels (les oméga 6 retrouvés dans les huiles de maïs, de soja, de tournesol, de sésame etc et les oméga 3 retrouvés dans l'huile de lin, la chair des poissons gras comme le maquereau, le saumon, etc) dont il a besoin pour fonctionner de manière optimale. Ils participent également à l'immunité, au transport de vitamines et à la protection thermique. La ration lipidique étant déjà suffisamment élevée dans une alimentation équilibrée, il n'y a donc pas de raison de l'augmenter chez le sujet sportif. De plus les lipides absorbés avant ou pendant l'exercice musculaire ne sont pratiquement pas utilisés comme carburant énergétique. Seules les graisses endogènes, déjà stockées dans le muscle ou le tissu adipeux sont utilisées comme substrat énergétique.

6.1.1.3. Les apports en glucides

Les glucides, anciennement « hydrates de carbone », fournissent la portion prédominante de l'énergie dans pratiquement tous les régimes alimentaires. C'est le carburant du corps humain. Dans une épreuve sportive d'endurance, l'apport glucidique permet le maintien de la disponibilité en glucose. Ils ont un intérêt particulier comme « carburant d'effort ». La proportion d'énergie glucidique recommandée dans l'alimentation des sportifs

de plus de cinquante ans, en amont d'une compétition de course à pied de fond, doit être augmentée de 50 à 60% de l'apport énergétique ¹¹.

Pour des exercices d'une durée de 90 à 160 minutes, au cours desquels on enregistre un effondrement des réserves musculaires en glycogène, une stratégie nutritionnelle adaptée d'augmentation de ces réserves avant l'épreuve sportive permet d'améliorer les performances ⁶². En revanche pour des épreuves sportives d'une durée inférieure à 90 minutes, le niveau initial des réserves glycogéniques n'influe pas sensiblement la performance. Les stratégies de surcharge glycogénique n'ont pas d'effet sur les performances dans ce cas-là.

Les carburants de l'effort sportif sont les lipides et les glucides: ils contribuent simultanément à la dépense dans une proportion qui varie suivant l'intensité de l'effort. La forme de stockage des glucides dans le corps est le glycogène, accumulé dans les muscles et le foie. Sa réserve est limitée, particulièrement pour la performance d'endurance (*Costill D.L 1998*). La réserve des graisses, elle, est quasiment illimitée. En effet elle se retrouve dans les tissus adipeux et dans les muscles (pour une fraction minime).

Les apports alimentaires de glucides sont ainsi les seules sources exogènes d'énergie à jouer un rôle pour une bonne gestion des ressources, particulièrement dans les efforts sportifs prolongés (*Décombaz J. 1990*). Ils interviennent pour reconstituer les réserves de glycogène avant l'effort, ravitailler les ressources déclinantes pendant l'effort et participer à la récupération après l'effort.

6.1.1.4. Les apports en fibres

Le rôle des fibres alimentaires est de ralentir la vidange gastrique, d'absorber dans le tube digestif un certain nombre de substances, dont plusieurs sont toxiques, et de servir de carburant aux bactéries probiotiques. L'immunité s'en trouve stimulée, ce qui peut être particulièrement bénéfique chez le sujet de plus de cinquante ans. En retenant l'eau dans le gros intestin, les fibres augmentent le volume de son contenu et facilitent son transit, diminuant le risque de constipation. En quantité exagérée (> 50 grammes), elles augmentent la masse des aliments ingérés et diminuent leur densité nutritionnelle ce qui peut être un facteur limitant l'absorption de l'énergie, surtout chez un sportif dont les besoins énergétiques sont élevés. Les fibres seraient alors la source de fermentations avec libération de gaz intestinaux créant un ballonnement inconfortable surtout au cours d'un effort physique ¹¹.

Les fibres en quantité suffisante (25 grammes par jour) doivent faire partie d'un régime équilibré ¹¹.

Elles sont à éviter les jours précédents la compétition et le jour de celle-ci.

6.1.1.5. Les jours précédents la compétition

Pendant les jours qui précèdent une épreuve d'endurance exigeante, le rôle de l'alimentation est d'assurer un stockage maximum de glucides, sous forme de glycogène musculaire. En effet la course à pied de fond se place parmi les spécialités sportives les plus consommatrices d'énergie (tableau 14).

L'augmentation des apports énergétiques, adaptée à l'accroissement des dépenses se fait sur la base de trois repas et d'une ou deux collations si le délai entre les repas est supérieur à 4 heures. Chaque repas principal comporte quatre portions de glucides (féculents, céréales, sucre simple, fruits crus ou cuits) et se fonde sur les principes d'une alimentation équilibrée et diversifiée. Les apports énergétiques sont évalués par la taille des portions de féculents et sur la courbe de poids. Cette provision est induite par l'ingestion de 8 à 10 grammes de glucides lents (pâtes, riz, pain, pois chiches, farine de blé) par kilogramme de poids chaque jour en commençant deux à trois jours avant le jour de la compétition. Ce régime enrichi va permettre d'accroître la performance d'endurance.

Céréales et féculents sont à consommer à chaque repas ou lors des collations en quantités proportionnelles à la dépense énergétique. Les produits laitiers, viandes, poissons et oeufs assurent la couverture des besoins protéiques augmentés par l'activité musculaire (de l'ordre de un à deux grammes de protéines par kilogramme par jour selon l'intensité et la nature de l'activité). Il convient de limiter ceux dont la teneur en lipides est élevée. Les fruits et légumes apportent les micronutriments indispensables et participent à la lutte contre le stress oxydatif ⁶¹.

Toutefois, on estime entre 30 et 50% la prévalence des troubles digestifs chez les coureurs de course à pied régulièrement entraînés ¹¹. Pour éviter les troubles intestinaux en lien avec l'effort sportif, il est conseillé de réduire la consommation des aliments riches en fibres, de manière à décharger le colon avant l'exercice et améliorer la digestion. Des choix nutritionnels (éviction lipides et fibres juste avant et pendant l'exercice) permettent de réduire le risque d'inconfort gastro-intestinal au cours de l'exercice sportif. Au cours de la dernière période de 24 heures, qui précède la course à pied de fond, on limitera les céréales complètes par exemple. La mise au repos du système digestif est conseillée en respectant un intervalle d'environ 3 heures entre le départ de la course et la fin du dernier repas.

Au cours d'un exercice sportif, à quelque âge que ce soit, l'état d'hydratation est capital. Avec l'âge, les individus deviennent plus sensibles à la déshydratation. La sensation de soif est atténuée, il faut donc être vigilant et ne pas attendre d'avoir soif pour boire. Au cours de l'effort sportif, des prises régulières de boissons légèrement sucrées (500 mL d'eau par heure d'exercice intense), en commençant avant le début de l'effort, sont recommandées. Pendant toute la durée de la préparation physique, la consommation quotidienne d'eau doit avoisiner les 2 litres d'eau par jour.

Dépense énergétique (kcal/h)	Type de sport
240 à 300	Golf, équitation, pétanque, voile, tennis de table, cyclotourisme (9 km/h)
300 à 360	Cyclisme (13 km/h), aquagym, tennis en double, volley-ball, kayak
360 à 420	Jogging (7 km/h), cyclisme (16 km/h), roller, patinage sur glace
420 à 480	Jogging (9 km/h), cyclisme (18 km/h), tennis en simple
480 à 600	Jogging (10 km/h), cyclisme (20 km/h), ski alpin
600 à 650	Football, basket-ball, aviron, sport de combat
700	Natation, hockey sur glace
900	Ski de fond, squash, marathon

Tableau 14 Correspondance entre quelques sports et l'intensité énergétique déployée ⁶³

En **Annexe 1**, un exemple de menu pour un dîner à la veille d'une compétition de course à pied de fond.

Une fois ce repas consommé, une marche pour digérer et une bonne nuit seront nécessaires en attendant de prendre le petit-déjeuner le lendemain matin.

Pour le petit-déjeuner d'avant course, il doit être composé de glucides lents (100 à 200 kcal de pâtes ou de riz) et d'une boisson d'attente à 20-30 g/L de polymère de glucose ¹⁹.

Certains sportifs mangent un « gâteau énergétique du sport ». C'est une alternative qui permet d'avoir un repas « complet » en un seul aliment. Ce gâteau doit être pauvre en fibres puisqu'elles ralentissent la digestion. Il est primordial de prendre le temps de mastiquer correctement son petit-déjeuner (au moins 15 minutes).

Un délai d'au moins trois heures entre la fin du repas et le début de la compétition sportive est optimal afin de limiter l'apparition de troubles digestifs à l'effort et laisse à l'organisme le temps de l'assimilation et de la digestion des aliments.

En **Annexe 2**, un exemple de recette de gâteau sport et l'analyse nutritionnelle du gâteau de sport d'après Nicolas Aubineau ⁶⁴.

En **Annexe 3**, trois exemples de petits-déjeuners avec leurs analyses nutritionnelles respectives ⁶⁴.

Les repas peuvent être accompagnés d'une boisson dite « d'attente ». Elle permet d'anticiper l'effort à venir. Elle vient compléter la boisson « énergétique » qui, elle, sera gardée pour l'effort. Il est intéressant qu'elle contienne un anti-oxydant (ici le curcuma), des huiles essentielles permettant d'aromatiser la boisson pour la rendre meilleure à boire, du citrate de magnésium qui permet de limiter l'excès d'acidité engendré au cours de l'effort et des maltodextrines pour minimiser l'osmolarité afin de rendre le mélange plus digeste et pour l'apport énergétique. Des glucides simples tels que le glucose ou le fructose rendraient la boisson plus concentrée (osmolarité plus forte) et favoriseraient la survenue de troubles digestifs ⁶⁴.

En **Annexe 4**, une recette de boisson d'attente maison (500mL) complétée par les informations nutritionnelles moyennes de la boisson ⁶⁴.

Il faut bien faire la distinction entre une boisson « énergétique » et une boisson énergisante. Les boissons de l'effort ou boissons « énergétiques » ont une composition réglementée qui correspond aux besoins spécifiques du sportif dont la dépense énergétique est intense. Elles ne doivent être ni acides, ni gazeuses. Les boissons énergisantes sont issues d'un concept marketing et contiennent des substances stimulantes, voire excitantes (caféine, guarana, taurine, arginine, ginseng, vitamines etc). Elles peuvent provoquer un retard à la perception du seuil de fatigue et sont déconseillées dans le cadre d'une activité sportive (*avis de l'ANSES, octobre 2013*) ⁶¹.

En **Annexe 5**, une recette de boisson énergétique maison (pour 500 mL) d'après Nicolas Aubineau ⁶⁴.

6.1.1.6. Pendant la compétition

Pour les exercices d'endurance d'une durée de 30 minutes ou plus, les facteurs les plus susceptibles de contribuer à la fatigue sont la déshydratation et la déplétion glucidique, tandis que les problèmes gastro-intestinaux, l'hyperthermie et l'hyponatrémie peuvent réduire la performance des exercices d'endurance et sont potentiellement dangereux pour la santé, en

particulier dans les épreuves plus longues (>4 heures). Bien qu'une concentration élevée de glycogène musculaire au départ puisse être bénéfique pour l'exercice d'endurance, elle ne doit pas nécessairement être obtenue par le protocole traditionnel de supercompensation. Il est possible de développer une stratégie nutritionnelle individualisée visant à fournir des glucides au muscle en activité à un rythme qui dépend de l'intensité absolue de l'exercice ainsi que de la durée de l'épreuve. Les sportifs d'endurance doivent essayer de minimiser la déshydratation et de limiter les pertes de masse corporelle par la transpiration à 2-3% de la masse corporelle. Les problèmes gastro-intestinaux sont fréquents, surtout dans les courses de longue distance. Ces problèmes semblent être très individuels et peuvent être déterminés génétiquement. Mais ils peuvent également être liés à l'ingestion de solutions glucidiques trop concentrées, de boissons hyperosmotiques, ainsi qu'à l'ingestion de fibres, de graisses et de protéines ⁶⁵.

Au cours d'un effort sportif prolongé, les objectifs de ravitaillement glucidique maintiennent la glycémie, diminuent le stress en contenant l'élévation des hormones de stress, réduisent le catabolisme protéique, évacuent la fringale et retardent la fatigue. Ils permettent le maintien de la capacité de la performance. La boisson est le véhicule idéal des glucides pendant l'effort. Pour éviter la sensation de pesanteur abdominale, liée au volume de boisson ingérée, le débit maximal d'ingestion de boisson peut être estimé de 0,5 à 0,8 L/h. Une concentration de glucides trop élevée peut ralentir le transit gastrique et retarder l'absorption intestinale allant jusqu'à des troubles intestinaux. Ainsi une concentration de glucides comprise entre 20 et 80 g/L sera choisie pour une compétition de course à pied de fond selon la température ambiante (de 20 à 50 g/L pour une température de 10°C et de 50 à 80 g/L pour une température de 25°C). Pour les plus longues distances, on pourra augmenter l'apport de 80 à 100 g/heure en ajustant les dilutions des boissons pour éviter de générer des intolérances digestives ¹⁹. Une alimentation solide devra être apportée afin d'assurer une bonne disponibilité glucidique ⁶¹.

Le sodium est le minéral dont la perte sudorale est substantielle, mais celle-ci est compensée par l'alimentation sans que des mesures particulières soient nécessaires lors d'un effort modéré de durée inférieure à deux heures (climat tempéré). Pour un effort plus intense, d'une durée comprise entre deux et quatre heures (climat tempéré), un apport de sodium (10 mEq/L), dans la boisson consommée pendant l'effort, est recommandé par *L'American College of Sports Medicine*. Pour un effort intense d'une durée supérieure à quatre heures (climat chaud et humide) un apport d'environ 20 mEq/L de sodium est recommandé ⁶⁶. Chez un sportif de plus

de cinquante ans, on préfère réduire la recommandation d'apport sodé facultatif (osmolalité plasmatique augmentée) qui est appliquée chez le jeune ¹¹.

Les collations existent sous différentes formes: gel, barres, biscuits, morceaux de sucre, etc. Les gels sont souvent préférés aux barres car plus digestes. Ainsi ils ne nécessitent pas de mastication et sont facilement utilisables et transportables pendant l'effort. Mais ils ne possèdent pas tous une composition complète. On préférera de manière générale une alimentation plutôt liquide pour permettre une meilleure assimilation et donc une meilleure digestion. Il est important de varier les textures pour ne pas saturer.

Aux ravitaillements, plusieurs aliments sont souvent retrouvés: gâteaux salés type TUC®, pâtes de fruits, oléagineux, gâteau sucré type barre pâtissière, fruits (banane, orange), barres de céréales. Les aliments alcalins sont à privilégier. Ils permettent de stimuler les défenses immunitaires, d'éviter les carences en minéraux et en vitamines et de mieux contrôler la glycémie lors de l'effort.

Aliments conseillés au cours des ravitaillements:

Fruits secs ou frais (abricots, raisins, bananes, dattes, oranges)

Jus de fruits (pomme, raisin)

Eaux minérales

Sodas (Coca-Cola®)

Gâteau sucré (type barre pâtissière), gâteau sportif

Oléagineux (noix, noisettes, noix de cajou)

Le besoin hydrique résulte de l'équilibre entre les pertes et les apports. Il existe trois mécanismes régulant le niveau des pertes qui sont l'élimination rénale, les pertes respiratoires et la sudation. Les pertes respiratoires sont relativement faibles. Les pertes rénales ont pour principale fonction de maintenir l'équilibre hydrique de l'organisme en ajustant les pertes aux apports liquidiens. Les pertes sudorales sont les plus importantes et varient selon la contrainte thermique. Le débit sudoral dépend des conditions climatiques, de l'intensité de l'exercice, du niveau d'entraînement et de l'acclimatation du sportif. Il est responsable d'une perte hydrique qui sera prévisible en connaissant le niveau de travail musculaire et l'ambiance thermique. Ainsi en climat tempéré, pour une course à pied à 10km/h d'allure, l'apport de 800 mL/h d'eau est nécessaire ⁶⁶. Après 50 ans, il est recommandé de boire régulièrement et suffisamment de sorte que la perte de poids corporel n'excède pas 1%. La soif est un critère

d'alerte médiocre de la déshydratation et survient trop tardivement. Il faut donc prévenir la déshydratation en buvant régulièrement.

On estime qu'une perte hydrique (transpiration, etc) de 2% diminue les capacités de 20%. Il est recommandé d'ingérer de façon répétée 150-200 mL de boisson (fraîches mais non glacées, entre 8°C et 12°C) toutes les 15 à 20 minutes ce qui permet une vidange rapide de l'estomac ¹⁹. Outre par leur température, le caractère agréable des boissons de l'effort peut être amélioré par le goût. L'aromatisation des boissons de l'effort favorise le volume des boissons spontanément absorbé. La boisson de l'effort d'apports glucidiques ou BEAG ⁶³, étudiée pour être désaltérante, compense les pertes énergétiques et hydriques et lutte ainsi contre la déshydratation. Elle apporte glucides (sous forme de glucose, fructose, saccharose ou de maltodextrines), minéraux (sodium et potassium) et vitamines (B et C surtout) et permet un apport de 80 à 100 calories par heure. Elle retarde ainsi la diminution des réserves énergétiques et donc l'apparition de la fatigue.

Lorsque les pertes hydriques sont supérieures aux apports, il en résulte plusieurs conséquences. La première est la diminution des volumes liquidiens circulants, appelée hypovolémie. L'hypovolémie d'exercice a des conséquences sur l'ensemble des facteurs physiologiques assurant la thermolyse. Lors de l'exercice de longue durée, réalisé sans apport hydrique, une hypovolémie progressive s'installe et peut atteindre 4% à la troisième heure de l'effort physique. Cette hypovolémie a une influence sur le système cardio-vasculaire. En effet, pour maintenir un débit sanguin musculaire adapté à l'intensité de l'exercice, il se produit une augmentation progressive de la fréquence cardiaque malgré un niveau d'effort stable. Cette réaction a pour but de maintenir un débit cardiaque constant en dépit d'une réduction des volumes circulants. Ce phénomène est responsable d'une apparition plus précoce de la fatigue. La réduction du débit sudoral et du débit sanguin cutané sont une autre conséquence de l'hypovolémie. Cette réduction limite considérablement l'efficacité des processus de thermolyse. Associé à la chaleur métabolique, ce phénomène majore l'augmentation de la température centrale. L'hyperthermie qui en résulte est à l'origine d'une altération importante des performances et de l'arrêt prématuré de l'exercice ⁶⁶.

De nombreuses études ont confirmé que les performances peuvent être altérées lorsque les sportifs sont déshydratés. Les athlètes d'endurance doivent boire des boissons contenant des glucides et des électrolytes pendant et après la compétition. Les glucides favorisent la consommation d'eau et les ions sodium (Na⁺) favorisent la rétention d'eau. Il est préférable de boire pendant la compétition plutôt que d'ingérer des liquides uniquement après ou avant la

compétition. Les sportifs remplacent rarement les liquides de façon complète en raison de la perte de sueur. Une bonne hydratation pendant l'entraînement ou la compétition permet d'améliorer les performances, d'éviter le stress thermique qui en résulte, de maintenir le volume plasmatique, de retarder la fatigue et de prévenir les blessures associées à la déshydratation et à la perte de sueur. Il est impératif que les athlètes d'endurance remplacent la perte de sueur par un apport en liquide contenant environ 4 à 8 % de solution glucidique et d'électrolytes pendant l'entraînement ou la compétition. Pour un exercice intense et prolongé de plus d'une heure, les athlètes devraient boire entre 600 et 1200 mL/h d'une solution contenant des glucides. Le maintien d'une hydratation adéquate avant, pendant et après l'entraînement et la compétition permettra de réduire la perte de liquide, de maintenir la performance, d'abaisser la fréquence cardiaque d'exercice sous-maximale, de maintenir le volume plasmatique et de réduire le stress thermique, l'épuisement par la chaleur et éventuellement le coup de chaleur ⁶⁷.

6.1.2. Le sommeil

Le rythme veille-sommeil évolue avec l'âge et présente des modifications susceptibles d'altérer les capacités physiques et psychologiques des sujets de plus de 50 ans. Le sommeil joue un rôle majeur dans la préparation à l'effort sportif car il va permettre de récupérer des efforts fournis pendant la journée précédente et ainsi rendre l'organisme disponible pour de nouveaux efforts. Toute perturbation, privation ou modification du sommeil va avoir pour conséquence une altération de la veille, notamment des mécanismes de l'adaptation à l'effort et une incapacité à réaliser des performances. La chronobiologie se modifie considérablement avec l'âge et se manifeste par une recrudescence de l'insomnie nocturne et de la somnolence diurne, tandis que la qualité du sommeil est dégradée. Tous ces changements sont mal supportés, ce qui conduit les personnes de plus de 50 ans à consommer des hypnotiques ¹¹.

L'expérience montre qu'une mauvaise nuit de sommeil altère les performances. Chacun d'entre nous a déjà pu le constater une fois. Dans ces conditions, la réalisation d'une activité devient de plus en plus pénible mais certaines activités sont plus « vulnérables » que d'autres. C'est le cas des sports de longue durée ou dits de fond.

D'importantes modifications de l'humeur sont fréquemment décrites lors d'expérience de privation de sommeil: fatigue, irritabilité, sentiment de persécution, difficulté à se concentrer, périodes de fausses interprétations et de désorientation. La motivation est faible et les performances surestimées.

La capacité de réaliser une activité sportive dépend de l'efficacité du sommeil tant en quantité qu'en intensité.

Plusieurs études ont mis en évidence une réduction du nombre d'heures de sommeil et des difficultés à dormir avant une compétition. Les causes évoquées sont principalement le stress de la compétition. Lors d'une étude chez 632 sportifs allemands, 65.8% (surtout des pratiquants de sports individuels) déclarent avoir déjà eu des difficultés à dormir avant une compétition ⁶⁸. Un pourcentage similaire (64%) est retrouvé dans une étude sur 283 sportifs australiens. Tout comme lors de l'étude précédente, le problème principal était les difficultés d'endormissement et la cause principale: le stress induit par la compétition ⁶⁹.

En ce qui concerne les performances en endurance, elles sont diminuées après une nuit sans sommeil comme le montre une étude de 2009 ⁷⁰. Lors de cette étude, des coureurs ont parcouru un peu moins de distance sur un contre-la-montre de 30 min lorsqu'ils avaient été privés de sommeil durant une nuit complète. Les auteurs, ne notant pas de modification des paramètres physiologiques, mettaient en cause une augmentation de la perception de l'effort après un déficit complet de sommeil. Une autre étude, réalisée sur des sports d'équipe, montrait que la privation complète de sommeil pouvait altérer les performances lors de la répétition de sprints, diminuer les réserves glycogéniques musculaires, réduire la force maximale et augmenter la perception de l'effort ⁷¹.

6.2. L'importance de l'échauffement

De façon générale, les effets indésirables les plus fréquents liés à l'activité sportive sont les lésions de l'appareil musculo-squelettique. Le développement de la force musculaire et de la souplesse sont donc importants pour améliorer l'habileté physique. Pour se préparer physiquement et mentalement, il faut toujours s'échauffer en effectuant des exercices qui permettent de se préparer à l'effort. L'augmentation progressive du rythme cardiaque augmente la température corporelle et facilite les échanges vasculaires entre les muscles et le coeur.

10 à 30 minutes de footing (allure footing = 60 à 65% de la VMA) permettent de s'échauffer convenablement.

Sur une courte distance, l'effort est plus intense et le départ plus rapide. Il faudra s'échauffer plus longtemps et plus en profondeur pour ce type d'épreuve. Il est possible d'accélérer en fin d'entraînement pour augmenter le rythme cardiaque. L'échauffement pour une course longue

ne devra pas faire perdre trop d'énergie. Il est conseillé de s'échauffer moins longtemps. Il faudra partir doucement si l'échauffement a été léger.

Pour ce qui est des conditions climatiques, il faut y être attentif. S'il fait chaud, il faut penser à bien s'hydrater pendant l'échauffement. S'il fait froid, il faudra plus se couvrir en début de séance et ne pas arriver trop tôt sur la ligne de départ.

Des gels thermo-actifs existent. Ils facilitent l'échauffement dynamique en donnant une sensation de chaleur. Ils sont particulièrement adaptés en cas de pluie, par temps froid ou pour une reprise sportive après des séquelles traumatiques. SportsAkileïne® *start* (camphre: anti-inflammatoire, analgésique, piment: chauffant, clou de girofle: apaisant, huile de cameline: antioxydante et anti-inflammatoire) est un gel qui active la microcirculation musculaire dans le but de limiter les risques de claquage. Ils ne remplacent pas, toutefois, un échauffement qui est primordial avant une course.



Figure 23 SportsAkileïne®
start gel thermo-actif

Pour prévenir la formation de rougeurs et d'ampoules, des crèmes anti-frottements existent. Elles assouplissent, hydratent et protègent la peau des agressions externes (frottements). La peau est renforcée, hydratée et plus résistante. La crème SportsAkileïne® *Nok* est composée de beurre de karité, connu pour ses propriétés cicatrisantes réparatrices. L'utilisation peut être débutée vingt jours avant la compétition. Cette crème a l'avantage de pouvoir s'appliquer sur toutes les zones soumises aux frottements (pieds, orteils, entrejambes, aisselles, cou...).



Figure 24 SportsAkileïne® *Nok*
gel thermo-actif

Une fois les 50 ans franchis, il faut davantage préserver les articulations, qui peuvent être plus fragiles et moins souples au fil des années. La sollicitation de celles-ci, sous forme d'exercices simples, permet leur lubrification et facilite leur mobilisation. Au cours de l'échauffement, on peut faire des cercles lents avec la tête dans un sens puis dans l'autre puis de gauche à droite et de bas en haut (figure 25), amener les épaules vers l'avant puis vers l'arrière simultanément à gauche et à droite (figure 26) puis successivement, faire des cercles en ramenant les bras gauche et droit vers l'avant puis vers l'arrière (figure 27). Mains sur les hanches, on peut faire des rotations larges du bassin (la tête ne bougeant pas) à gauche et à droite (figure 28), monter

les genoux à la poitrine sur place (figure 30), amener les talons aux fesses (figure 29), s'asseoir, prendre sa cheville avec une main et faire des cercles lents (figure 31). Ces exercices peuvent être répétés une dizaine de fois chacun. Les exercices de montées de genou et talon fesse peuvent également être mis en place avant la course dans le cadre des étirements dynamiques.



Figure 25 Mouvements rotatoires de la tête

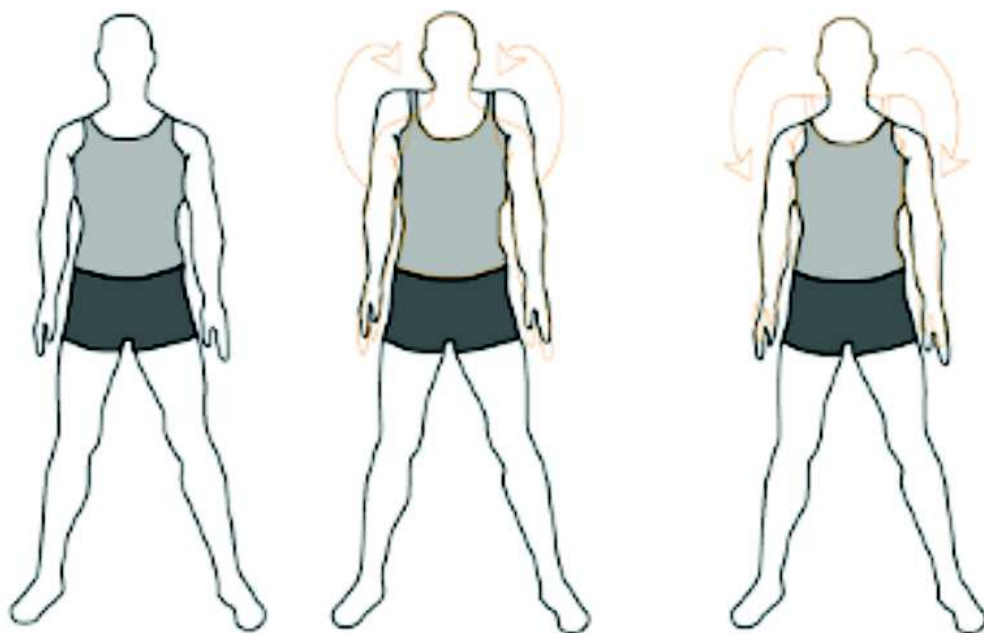


Figure 26 Mouvements rotatoires des épaules

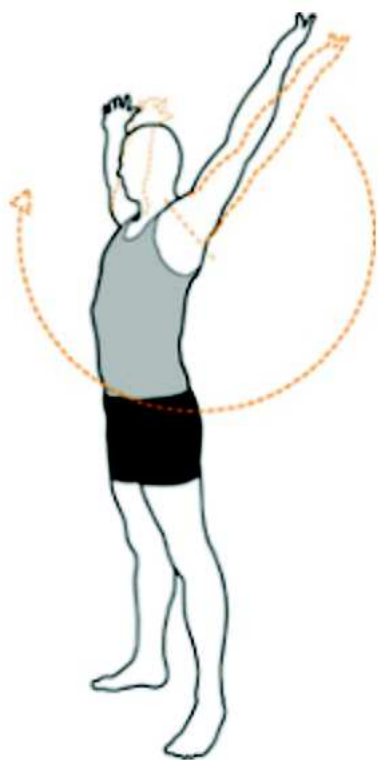


Figure 27 Moulinets des bras

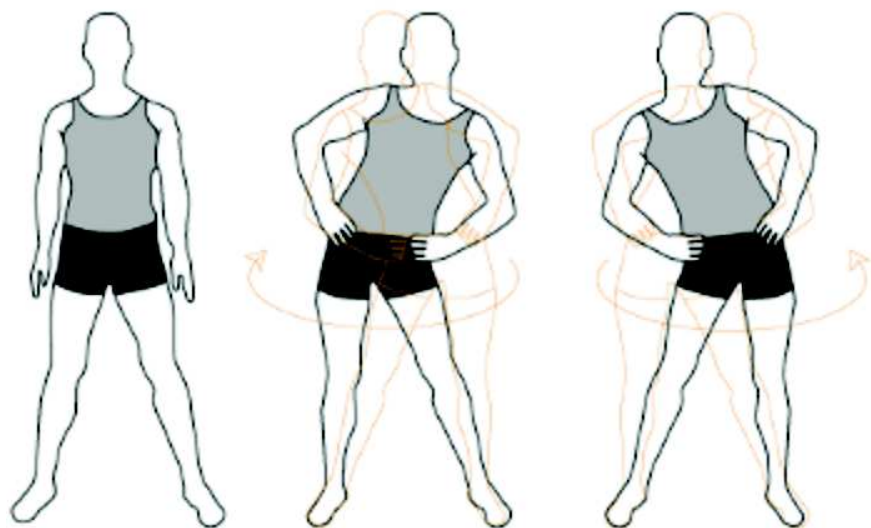


Figure 28 Rotations larges du bassin

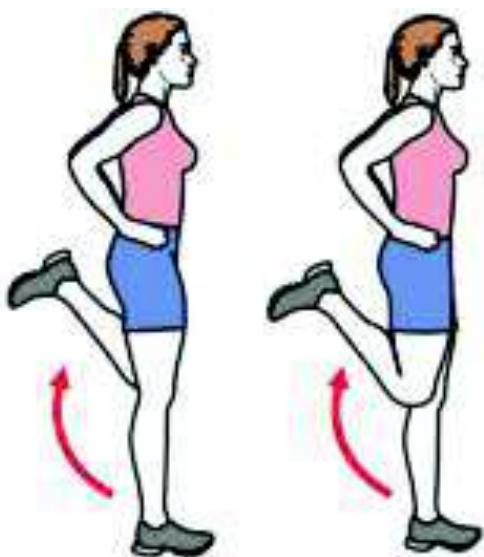


Figure 29 Talon fesse



Figure 30 Montées de genoux



Figure 31 Mouvements rotatoires de la cheville

Une fois les articulations échauffées, on peut aussi réveiller les muscles en les étirant. Deux types d'étirements existent: les étirements statiques, sans mouvement qui peuvent être passifs ou actifs. Ils permettent d'améliorer l'amplitude des mouvements, autrement dit ils aident à l'amélioration de la souplesse. Les étirements dynamiques, eux, sont réalisés en mouvement. Ils permettent l'échauffement des tissus musculaires. La mobilité et l'élasticité des muscles participent à la prévention des blessures. Ces étirements préparent le corps mentalement et physiquement à l'effort.

Avant une course, seuls les **étirements dynamiques** seront préconisés. Les étirements statiques seront à éviter puisqu'ils ne participent pas à l'augmentation de la température corporelle et ils diminuent la capacité de contraction des muscles. Au contraire, ils permettent le relâchement musculaire. Ils réduisent l'apport en oxygène dans le muscle et, s'il est moins oxygéné, le muscle risque d'être moins à même de répondre à l'effort demandé pendant la pratique sportive. A contrario, des étirements dynamiques peuvent être effectués, avant l'effort, en douceur, pour parfaire l'échauffement (ce sont des mouvements excentriques rapides pour forcer les muscles et les articulations à aller plus loin que leur amplitude de mouvement habituel). Ils sont à effectuer en fin d'échauffement (figure 32 et 33).

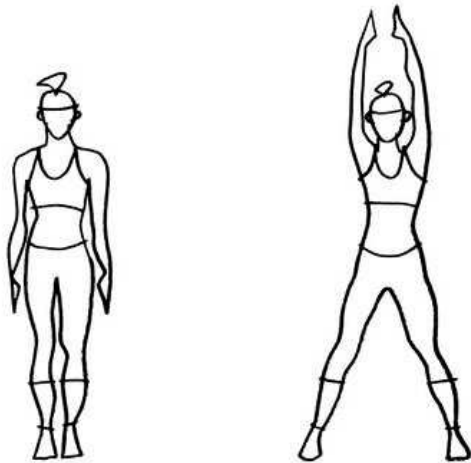


Figure 32 Jumping jacks

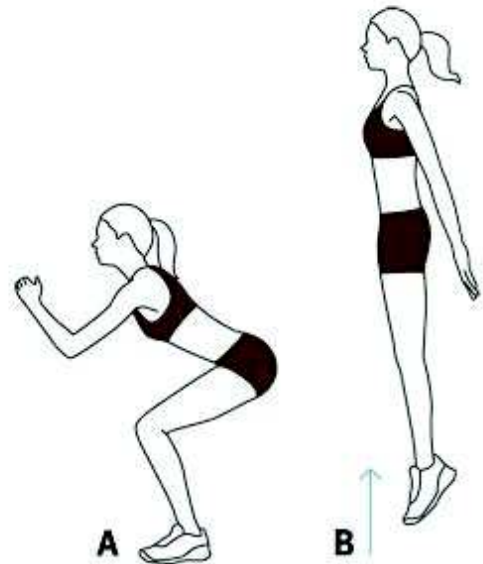


Figure 33 Mouvements de rebond jambes tendues

6.3. Stress et compétition sportive

« Mens sana in corpore sano » est traduit par « un esprit sain dans un corps sain » (Juvénal).

La veille d'une compétition sportive, l'appréhension et l'excitation peuvent perturber le sommeil du sportif. Il est vivement conseillé de se détendre, de se relaxer et même de méditer pour être le plus apaisé possible et pour trouver le sommeil plus rapidement.

Le stress est défini comme un état réactionnel de l'organisme soumis à une agression brusque⁴.

Cet état peut se traduire par des maux digestifs, des troubles du sommeil, un manque d'appétit, de la fatigue ou encore des tensions musculaires. Son déclenchement se fait au niveau du système limbique, partie de l'encéphale qui gère notamment les émotions. Les principales zones activées en cas de stress sont l'hypothalamus, l'amygdale, l'hippocampe et le cortex pré-frontal.

L'adrénaline, hormone sécrétée par la médullo-surrénale pendant la phase d'alarme, agit en augmentant la fréquence ventilatoire, la fréquence cardiaque et la libération du glucose. Le cortisol, hormone produite par la corticosurrénale, est libéré au cours de la phase de

résistance. Il agit sur l'activation du foie (ce qui augmente la glycémie plasmatique) et sur l'inhibition du système immunitaire (ce qui réduit la réponse inflammatoire).

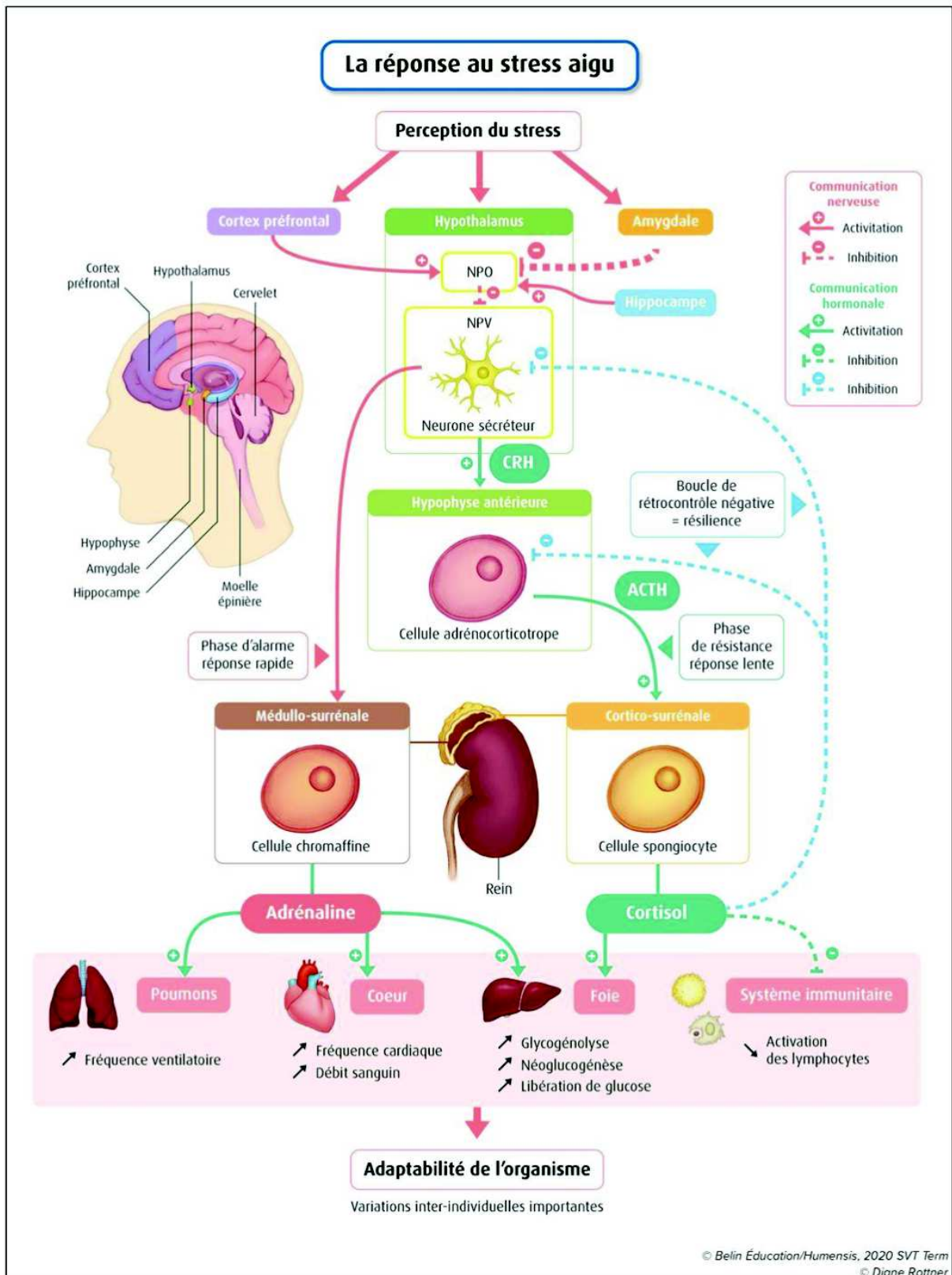


Figure 34 Schématisation de la réponse au stress aigu

Le professeur Hans Selye distingue deux types de stress: l'Eustress et la Détresse ⁷¹. Le stress positif ou « bon stress » est souvent transitoire (quelques minutes). Une fois passé, une satisfaction et un bien-être moral peuvent être ressentis. Comme son nom l'indique, celui-ci est bénéfique pour le sportif. En effet il augmente la concentration et met l'organisme en état d'alerte ce qui permet la dynamisation de celui-ci (figure 35). Le sportif se sent confiant et booster. La sécrétion des hormones du stress (cortisol, adrénaline) facilitent la performance et le dépassement de soi.

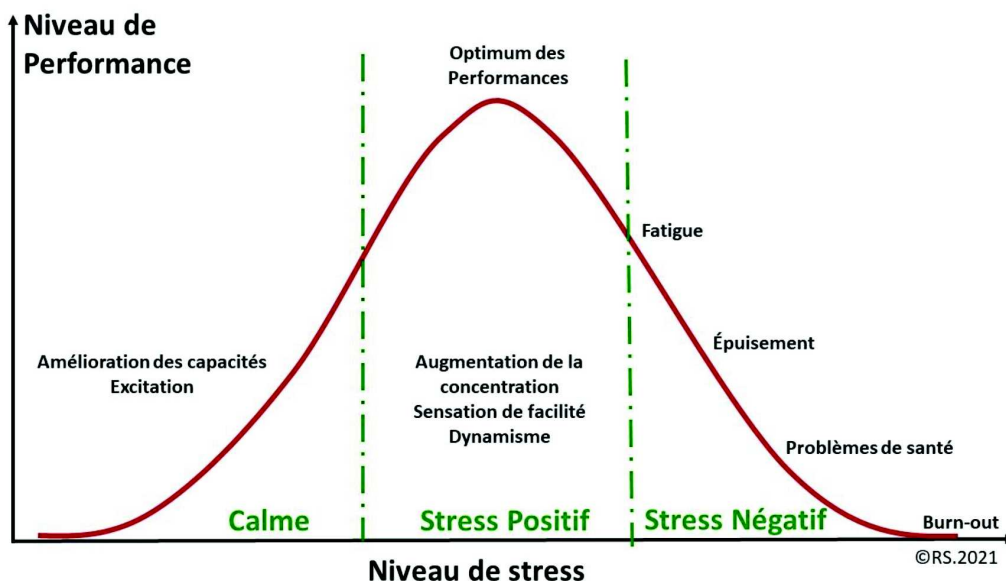


Figure 35 Courbe du niveau de performance en fonction du niveau de stress

<ul style="list-style-type: none"> • Résistance accrue • Niveau de résistance normale • Résistance décréue 		
<p>Stade I réaction d'alarme</p> <p>Le corps montre les changements caractéristiques de la première exposition à un agent « stressueur ». En même temps, sa résistance est diminuée et, si le « stressueur » est suffisamment fort (brûlure sévère, extrêmes de température), la mort peut survenir.</p>	<p>Stade II stade de résistance</p> <p>Ce stade survient si l'exposition maintenue au stressueur est compatible avec l'adaptation. Les signes de changements corporels caractéristiques de la réaction d'alarme sont virtuellement disparus et la résistance croît à un niveau au-dessus de la normale.</p>	<p>Stade III Stade d'épuisement</p> <p>Après une longue exposition au même stressueur, auquel le corps est devenu habitué, l'énergie d'adaptation est éventuellement épuisée. Les signes de la réaction d'alarme réapparaissent, mais ils sont maintenant irréversibles et l'individu meurt.</p>

Figure 36 Les trois stades du « syndrome d'adaptation générale ou syndrome du stress

biologique ⁷²

Les résultats des études de Yerkes et Dodson (1906) ont démontré que le niveau de stress est directement lié au niveau de performance d'un sujet ⁷³. La courbe de Yerkes-Dodson (figure 37) décrit l'évolution du niveau de la performance sportive en fonction du niveau de stress. Face à une compétition sportive, une absence de stress provoquerait, plutôt, une inactivité et de la somnolence. Un niveau de stress optimal permettrait l'amélioration de la performance, de la confiance en soi et de l'initiative. À l'inverse, un excès de stress pourrait amener à une perte de contrôle, un épuisement ou encore une anxiété (figures 35 et 37). Ces niveaux de stress diffèrent d'un individu à l'autre.

Si la nervosité est excessive alors elle devient pathologique et contre-performante pour le sportif.

L'anxiété est définie comme une inquiétude pénible, une tension nerveuse, causée par l'incertitude, l'attente et l'angoisse ⁴.

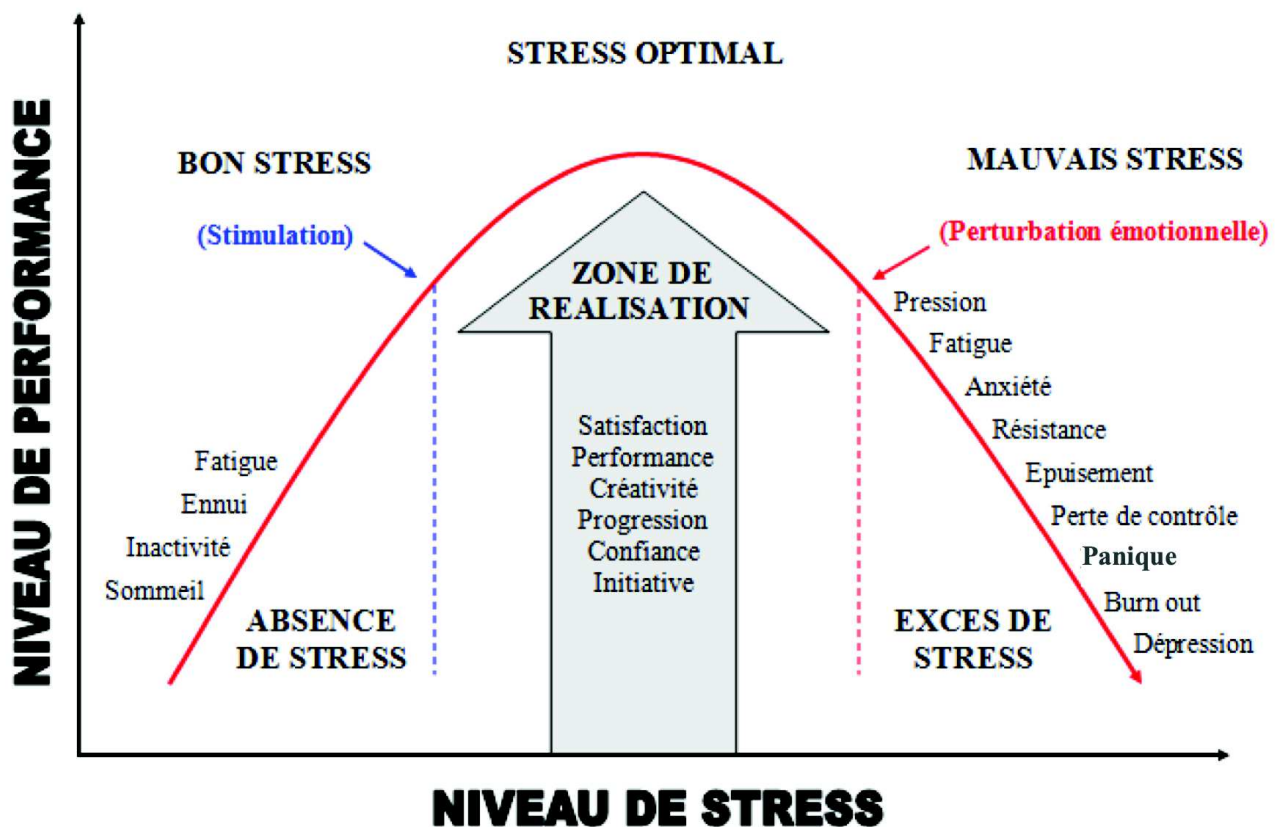


Figure 37 Courbe d'utilité de la réaction au stress d'après Yerkes-Dodson (1906) ⁷³

Le stress en amont d'une compétition est très fréquent. Il est lié à une sécrétion importante d'insuline ce qui cause, chez certains sportifs, une importante perte de glucose. Il participe à la dégradation de la performance, par divers symptômes (tremblements, vertiges, altération de la vision), lorsque celui-ci n'est pas contrôlé.

6.3.1. Les remèdes

Plusieurs possibilités thérapeutiques s'offrent aux sportifs de plus de 50 ans dans un but d'éviction du stress en amont d'une compétition sportive.

L'homéopathie peut être utilisée pour prévenir le stress en amont d'une compétition sportive. Ainsi le gelsemium sempervirens permet de lutter contre le « trac » et la nervosité. Sa prise se débute l'avant-veille de la compétition: une dose de 30CH le matin de l'avant-veille, une dose le matin de la veille et une dose le matin même de l'épreuve.



Figure 38 Dose homéopathique de Gelsemium Sempervirens 30 CH du laboratoire BOIRON®

Il faut être vigilant car certains médicaments sont à proscrire puisqu'ils sont détectables au contrôle antidopage. C'est le cas des bêta-bloquants (uniquement sur ordonnance). Les médicaments benzodiazépines ne sont pas conseillés non plus puisqu'ils provoquent un relâchement musculaire et une diminution des performances.

Des produits pharmacologiques, permettant de combattre l'appréhension, ici liée à une compétition sportive, sont disponibles à la vente en pharmacie. C'est le cas de BOIRON® Zenalia® (Gelsemium sempervirens 9CH, Ignatia Amara 9CH, Kalium phosphoricum 15CH) qui est un traitement homéopathique du « trac », de l'appréhension et de l'anxiété. Gelsemium sempervirens peut aussi agir sur le sommeil en cas d'anxiété. Ignatia Amara est essentiellement utilisé pour ses vertus dans les troubles du comportement (irritabilité, « trac », troubles du sommeil, anxiété) et dans les troubles fonctionnels occasionnés par la participation à une compétition par exemple. Kalium phosphoricum est un remède dans le surmenage intellectuel qui s'exprime souvent par un sentiment d'incapacité. La prise sublinguale recommandée est d'un comprimé matin et d'un comprimé soir dès les premiers symptômes.



Figure 39 Zenalia® du laboratoire BOIRON®

ARKOPHARMA® Arkorelax® *Stress Control* (rhodiola, vitamine B6, éleuthérocoque, magnésium) est un complexe de plantes, associé à d'autres composants, qui permet de renforcer la résistance physique et émotionnelle (éleuthérocoque) et de mieux résister lors d'une période de surmenage tout en diminuant la fatigue (magnésium et vitamine B6). Il stimule ainsi les performances physiques et mentales (rhodiola). La prise de deux comprimés le matin, et ajout d'un comprimé le midi en cas de stress plus intense, est recommandée.



Figure 40 ARKORELAX® *Stress Control* du laboratoire ARKOPHARMA®

Enfin l'apprentissage de la « bonne » respiration permet de se relaxer pleinement. La respiration complète permet d'obtenir les bienfaits physiologiques de la relaxation. Elle peut être atteinte par la pratique de la « respiration diaphragmatique ». La respiration thoracique est plus largement pratiquée par les personnes anxieuses. Il s'agit d'une forme de respiration peu profonde, qui est moins efficace et qui s'accompagne de tensions musculaires. La respiration diaphragmatique sollicite le diaphragme. C'est une respiration plus longue et plus lente qui permet un meilleur « remplissage » et un meilleur « vidage » des poumons et qui permet ainsi une meilleure oxygénation du sang. Cette forme de respiration favorise l'activation du système nerveux parasympathique qui est associée à une augmentation de l'activité du système digestif et à la diminution des rythmes respiratoires et cardiaques et de la tension artérielle. Augmenter l'activation de ce système par la respiration diaphragmatique est donc favorable, en particulier chez les personnes anxieuses. Cette respiration diminue aussi la possibilité d'hyperventilation, parce qu'elle est propice à une plus grande détente musculaire et respiratoire ⁷⁴.

6.4. Un matériel adapté

6.4.1. Une paire de chaussures adaptée

Le choix des chaussures est primordial. Plusieurs critères sont à prendre en compte. Tout d'abord la stabilité (neutre, modérée, renforcée) car les appuis diffèrent en fonction du type de foulée. Le coureur supinateur (inclinaison du pied vers l'extérieur), environ 5% des coureurs, attaque le sol par la pose de la partie externe du talon. Son appui intermédiaire se caractérise par une bascule en pronation insuffisamment marquée. Ainsi le supinateur déroule

son pied sur le bord externe. Le coureur universel, environ 50% des coureurs, est caractérisé par son absence d'appuis latéraux excessifs. L'attaque se fait par le bord extérieur du talon et l'appui s'effectue sur tout le pied en suivant un axe droit. Le coureur pronateur, environ 45% des coureurs, se distingue par des appuis intérieurs excessifs. Sa voûte plantaire s'affaisse occasionnant une bascule brutale de son pied vers l'intérieur. Ainsi le pronateur déroule son pied sur le bord interne ⁷⁵ (figure 41).

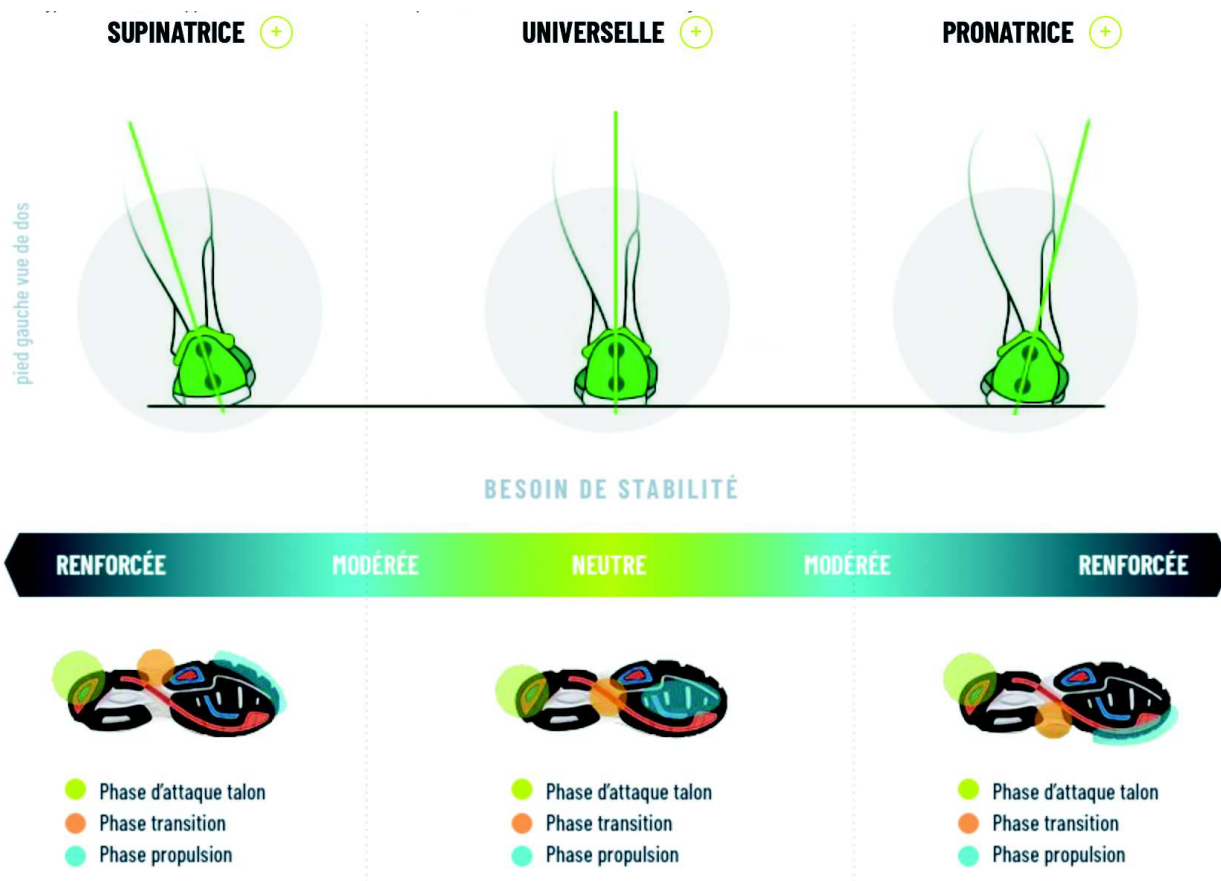


Figure 41 Les différentes types de foulées en course à pied ⁷⁵

D'autres éléments tels que le poids, la fréquence d'entraînement, la distance hebdomadaire parcourue, le type de terrains (route, chemin, piste, glace/neige, boue) et les sensations recherchées (amorti, dynamisme ou stabilité) aideront à se chauffer de la meilleure des façons. Il faut veiller à ce que les chaussures soient à la bonne taille (un cm entre l'hallux et le bout avant de la chaussure, environ une demi-pointure au dessus de celle des chaussures de ville). Elles sont à changer environ tous les 800 kilomètres. Toutefois c'est une estimation qui est pondérée par de nombreux facteurs ⁷⁵.

Chez le diabétique, l'hygiène des pieds est primordiale d'où l'importance du choix de chaussures adaptées pour une pratique sportive sans risque. Les pieds doivent être examinés minutieusement avant et après chaque séance de sport.

6.4.2. Une paire de chaussettes adaptée

Ici aussi plusieurs éléments permettent de choisir la paire de chaussettes la plus adaptée. En premier temps, le choix des chaussettes de sport devra se tourner vers des chaussettes sans couture afin d'éviter les frottements et les ampoules au pied. Le tissu doit être respirant et fait de matières synthétiques pour favoriser l'évacuation de l'humidité.

En pharmacie de ville, des chaussettes techniques existent à la vente. En plus d'être fabriquées à l'aide de tissus respirants qui favorisent l'évacuation de la transpiration et qui limitent les odeurs de celle-ci grâce à une technologie antibactérienne, elles peuvent présenter une compression dégressive grâce à un maillage spécifique resserré au niveau de la cheville. La compression dégressive contribue à la récupération musculaire et limite les courbatures. Ces chaussettes stabilisent la cheville et limitent le glissement du pied dans la chaussure. Le maillage permet aussi le maintien des tendons. Il est renforcé au niveau du talon et de la pointe du pied, qui sont les deux zones du pied les plus sollicitées. La technologie des fibres utilisées réduit l'échauffement du pied et l'usure due aux lavages répétés. Elles stimulent le retour veineux, contribuent à la bonne oxygénation des muscles et à l'élimination des toxines pour une récupération plus rapide. Elles sont composées d'élasthane, de polyamide et de polyester. Elles peuvent exister en modèle court (remontant sur le mollet) et/ou en modèle long (remontant jusqu'en haut de la jambe). La version haute limite les vibrations du mollet qui peuvent occasionner des micro-lésions musculaires responsables de courbatures.

Dans le cas d'une personne diabétique, dont la fragilité des pieds est plus importante, la composition des chaussettes doit être principalement composée de coton naturel (90%), de polyester (9%) et d'élasthane (1%). L'ajout de fil de Cupron⁷⁶ (introduction d'oxyde cuivre dans les fibres textiles), célèbre pour son effet anti-bactérien et anti-fongique (par la présence de cuivre), limite les risques d'infections microbiennes et évite tout risque de contamination. Les chaussettes doivent être douces, ne pas avoir de bordure (ou plates), pour ne pas interrompre la circulation sanguine, et ne pas avoir de point de compression pour ne pas comprimer la jambe. Des chaussettes de couleur pâle peuvent aider à détecter de possibles plaies. Elles doivent être sans couture pour éviter les traumatismes liés à celles-ci et fines pour éviter les surépaisseurs et les plis. La paire de chaussettes peut avoir des zones de gel

polymère sous les orteils et le talon. Cela lui conférera des propriétés isolantes contre les agressions extérieures sur le plan cutané en évitant les frottements.

En raison d'une diminution de la sensibilité à la douleur, les symptômes peuvent être masqués. L'inspection des pieds, chez le diabétique, doit donc se faire avant et après la course à pied (à l'entraînement comme en compétition). En effet le risque de complications au niveau des pieds est plus important que dans la population générale. Une mauvaise circulation du sang dans les artères du membre inférieur est également une des causes de la fragilité du pied diabétique.

Le pharmacien d'officine détient, à mon sens, un rôle d'éducation du patient diabétique concernant l'hygiène de ses pieds. Elle comprend l'auto-examen des pieds et des ongles par le patient lui-même, mais aussi les conseils associés de chaussage non traumatisant, les mesures de prévention dans les situations à risque (la course à pied de fond en fait partie) et les conduites à tenir en cas de plaie. À l'officine, on retrouve plusieurs dispositifs qui peuvent être proposés au patient: un miroir grossissant pour aider l'observation du dessous du pied, une pince à ongles pour une coupe nette des ongles, une lime à ongles (douce), une crème hydratante et un antiseptique local pour le si besoin. Chez le sujet diabétique, il faudra déconseiller l'utilisation de pierre ponce, de râpe en métal, de coricides, de ciseaux ou d'autres objets coupants.

6.5. Des compléments alimentaires disponibles en pharmacie d'officine

Les compléments alimentaires sont définis comme « les denrées alimentaires dont le but est de compléter le régime alimentaire normal et qui constituent une source concentrée de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique seuls ou combinés... » (*Directive 2002/46/CE du Parlement européen, transposée par le décret n°2006-352 du 20 mars 2006*).

De nombreux compléments alimentaires, développés à partir de plantes, de vitamines, de minéraux, destinés aux sportifs, sont disponibles en pharmacie d'officine. Ils sont présentés comme des produits contribuant à améliorer les apports nutritionnels des consommateurs. Chez le sportif de plus de cinquante ans, leur but premier est d'optimiser la performance et d'améliorer la récupération. Ils ne doivent en aucun cas se substituer à une alimentation équilibrée et variée.

ISOXAN® *Sport Pro* (citrate de sodium, lactate de calcium et magnésium, vitamine C, B1, B6, glucides) se présente sous forme de sachet à diluer dans 500 mL d'eau. Grâce à sa composition riche en vitamines anti-oxydantes et en minéraux, la production d'énergie durant l'effort est améliorée (vitamines B1 et B6), la contraction du muscle est maintenue (magnésium et calcium) et les cellules sont protégées de l'oxydation (vitamine C). Utilisée aussi bien avant, pendant ou après l'effort, cette boisson offre un apport énergétique optimal afin de compenser les pertes en vitamines, minéraux et anti-oxydants pendant l'effort physique et limite les courbatures. Un sachet est à diluer dans 750 mL d'eau et à boire par petites gorgées 1H30 avant l'effort. Au cours de l'effort, l'utilisation d'un sachet par heure dilué dans 750 mL d'eau est préconisée. Après l'effort, un sachet peut être pris pour faciliter la récupération et éviter les douleurs musculaires à type de courbatures ou de crampes. La consommation est limitée à cinq sachets par jour.



Figure 42 ISOXAN® SPORT PRO du laboratoire Menarini France

Les BCAA (Branched Chain Amino Acids) sont des acides aminés ramifiés. Il s'agit d'une association de trois acides aminés essentiels: L-leucine, L-isoleucine et L-valine qui ne sont pas fabriqués par l'organisme et doivent, donc, être apportés par l'alimentation ³². L'isoleucine a un rôle dans le maintien de l'équilibre du taux de sucre. Il est utilisé pour fournir de l'énergie et est nécessaire pour l'entretien et le développement des muscles. La leucine aide à la régénération des tissus, notamment ceux des muscles. La valine favorise la construction musculaire en apportant du glucose aux muscles et évite ainsi la dégradation musculaire. Elle empêche également la production de tryptophane qui favorise la somnolence. L'association de ces trois acides aminés sert de source d'énergie pour les muscles et stimule la fabrication de protéines.

Les BCAA ne sont pas considérés comme dopants et sont certifiés par la norme AFNOR ANTI DOPAGE NF V94 001 qui garantit la conformité anti-dopage.

Des recherches antérieures ont indiqué que la supplémentation en acides aminés à chaîne ramifiée (BCAA) pouvait atténuer les lésions musculaires induites par l'exercice qui provoquent des douleurs musculaires retardées. Mais les résultats sont contradictoires. Cependant il existe des études qui ont démontré leur efficacité. Ainsi il a été démontré que la

supplémentation en BCAA après l'exercice induit une forte diminution des Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) ⁷⁷.

Une autre étude a montré que la supplémentation en BCAA avant et après exercice a des effets bénéfiques sur la diminution des dommages musculaires induits par l'exercice et sur la promotion de la synthèse des protéines musculaires. Cela suggère donc la possibilité que les BCAA soient un complément alimentaire utile pour l'exercice et le sport ⁷⁸.

En pharmacie, NHCO® BCAA 2:1:1 (L-leucine, L-isoleucine, L-valine, vitamine B6) est idéal avant et après l'effort physique. La quantité préconisée est de quatre comprimés par jour (deux avant effort et deux après effort).



Figure 43 BCAA 2:1:1 du laboratoire NHCO®

PILEJE® *Hydrosport Effort* (citrate de sodium, potassium, calcium, magnésium, vitamine C, E et B1, glucides) contribue à maintenir la performance (énergie et hydratation) au cours d'un exercice d'endurance intense prolongé.. Les vitamines C et E contribuent à protéger les cellules contre le stress oxydatif. La vitamine C contribue également à la fonction normale du collagène pour assurer la fonction normale des cartilages. Le magnésium contribue à une fonction musculaire normale. Il est conseillé de prendre la préparation avant ou pendant un effort de longue durée (>1H30), en entraînement ou en compétition. Le stick est à mélanger dans 500 mL à 1 L d'eau (minérale de préférence).

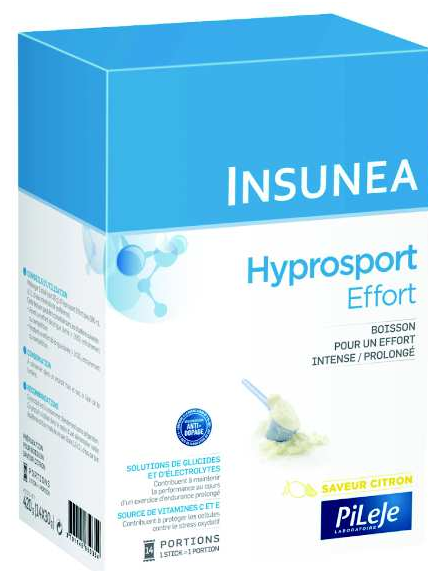


Figure 44 Hydrosport Effort du laboratoire PILEJE®

NHCO® *Collax-sil*® (glycine, proline, sorbate de potassium, benzoate de sodium, harpagophytum, peptides de collagène, tige de bambou) est un complément alimentaire qui favorise la confort articulaire, le soutien des tendons, ligaments, cartilages et facilite la bonne mobilité articulaire. L'idéal est de commencer la prise 25 jours avant le jour de la compétition. La première semaine, il est conseillé de prendre 40mL (4 bouchons de 10mL) par jour en 2 prises puis de diminuer à 20 mL par jour les jours suivants. La prise peut être renouvelée jusqu'à trois mois. Comme évoqué plus haut, la fragilité des articulations s'accroît avec l'âge. Ce produit est, entre autre, destiné aux sportifs de tous niveaux en prévention d'un effort physique important ou lors de périodes de fragilité notamment chez les personnes de plus de cinquante ans.



Figure 45 *Collax-sil*® du laboratoire NHCO®

ISOXAN® *Sport Endurance* est un complément alimentaire composé de 11 vitamines (vitamines E, C, B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9, B12, bêta-carotène) et de 6 minéraux (magnésium, fer, zinc, cuivre, manganèse, sélénium) dont certains sont anti-oxydants. Ce complexe de vitamines aide à réduire la fatigue, contribue au métabolisme énergétique normal et contribue à des fonctions musculaires et psychologiques normales. La posologie recommandée est d'un comprimé par jour pendant les 20 jours précédant le jour de la compétition.



Figure 46 ISOXAN® SPORT ENDURANCE du laboratoire Menarini France

7. L'après effort

7.1. Une fois l'arrivée franchie

Le gros de la récupération post-compétition repose sur trois piliers: le sommeil, la nutrition et l'hydratation. Dès la fin de l'effort il faut:

- Se couvrir (ôter les vêtements humides et se vêtir de vêtements techniques respirants, chauds et secs)
- S'hydrater en buvant de l'eau (jamais de l'eau glacée pour éviter un choc thermique, éviter les sodas, les boissons hypertoniques, les boissons trop acides qui pourraient irriter le système digestif et on évite le thé qui ralentit l'élimination des toxines). C'est la première mesure à entreprendre à la fin de l'effort physique. La perte hydrique peut atteindre cinq kilogrammes entre le départ et l'arrivée selon l'intensité de l'activité et ce, malgré l'hydratation continue au cours de l'effort. Une bonne hydratation est primordiale après un effort si intense. Il faut donc boire suffisamment avant l'effort, pendant l'effort (même si le besoin ne se fait pas ressentir) et après l'effort. En pratique il faut garder avec soi une boisson reconstituante, idéalement de l'eau plate légèrement sucrée à température ambiante. Pour la suite de la récupération, un jus de fruit ou une boisson énergétique de l'effort peut être bue. L'ingestion de ces boissons doit être régulière à hauteur de trois fois par heure pendant trois à quatre heures. Les risques de déshydratation, d'hypotension ou d'hypoglycémie, liés à certains médicaments, doivent être connus. En parallèle, il est recommandé de prendre une collation glucidique solide une heure après la compétition (gâteau de riz ou de semoule, barre céréalière), souvent mise à disposition au ravitaillement de fin de course.
- Marcher (desserrer les chaussures car les pieds peuvent avoir gonflés) une dizaine de minutes sur un ou deux kilomètres. L'arrêt peut provoquer un malaise. En effet l'arrêt brutal après un effort physique important et prolongé ralentit l'arrivée du sang au cerveau. Cette marche sera aussi bénéfique pour éliminer l'acide lactique qui s'est accumulé dans les membres.
- S'étirer (étirements effectués par soi-même sur une haie, un trottoir ou des étirements passifs effectués par un tiers). Les étirements doivent être effectués en douceur, sans à-coups en inspirant et expirant profondément. Le but est de se

décontracter, nul besoin de forcer sur la souplesse. Il faut trouver la tension suffisante en fonction du niveau de la courbature. Les étirements permettent l'élimination des toxines et évitent le risque de crampes ou encore de claquages. Pour étirer le haut du corps, lors de l'inspiration, monter les bras au-dessus de la tête, mains jointes, le plus haut possible et les redescendre lentement à l'expiration (figure 47). Pour les mollets, il faut se mettre en position de fente contre un mur, tendre la jambe arrière, talon bien enfoncé dans le sol et déplacer le poids du corps sur la jambe avant (figure 48). Pour les cuisses, trois mouvements sont à distinguer. Pour l'avant de la cuisse, il faut se mettre sur un pied, jambe tendue et ramener l'autre pied contre la fesse (figure 49). Le dos doit rester bien droit. Pour l'arrière de la cuisse, il faut tendre une jambe vers le devant, planter le talon au sol et ramener les orteils vers soi (figure 50). Les pieds sont à la largeur des hanches et l'autre jambe est pliée. Enfin pour l'intérieur de la cuisse, il faut écartier les jambes (au-delà de la largeur d'épaule), plier une jambe et prendre appui sur ce genou (figure 51). L'autre jambe reste tendue. Le dos doit resté bien droit. Le tendon d'Achille peut, lui aussi, être massé pour le stimuler et gagner en souplesse. En position assise, il faut plier la jambe droite et posez la cheville sur la cuisse opposée. Le tendon est saisi entre le pouce et l'index puis il faut masser le long du tendon en remontant du bas vers le haut (figure 52).

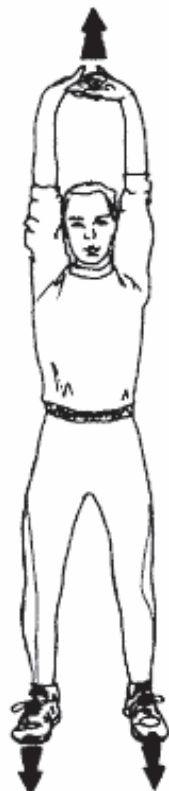


Figure 47 Étirement du haut du corps

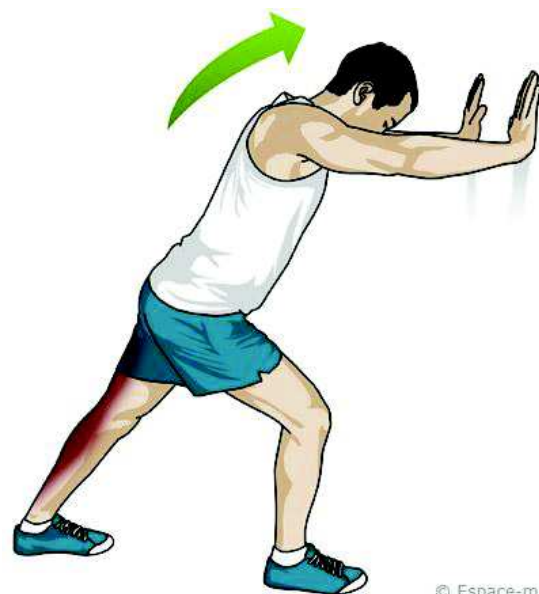


Figure 48 Étirement des mollets

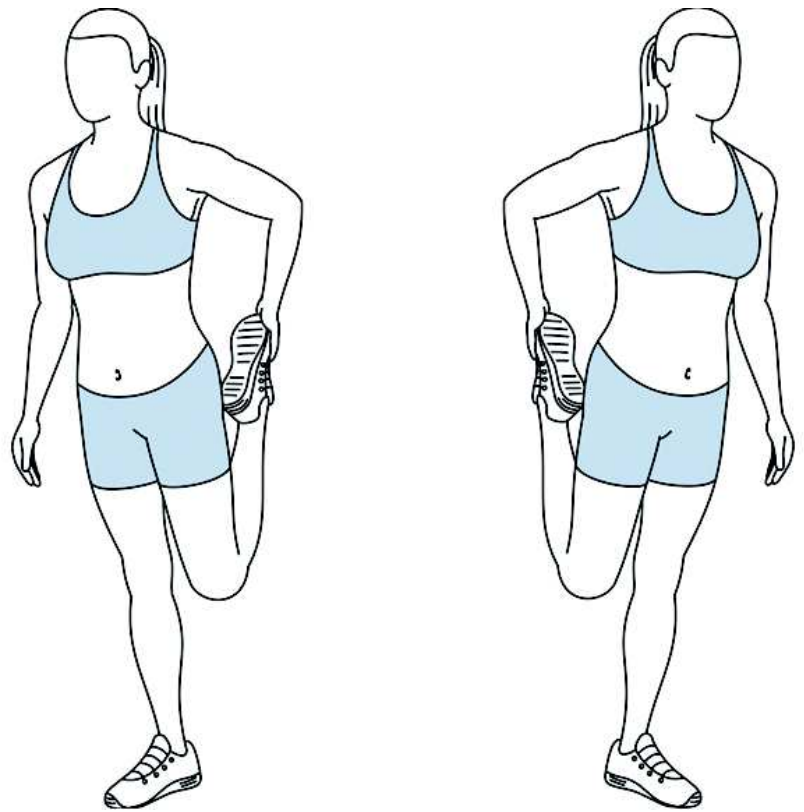


Figure 49 Étirement de l'avant de la cuisse

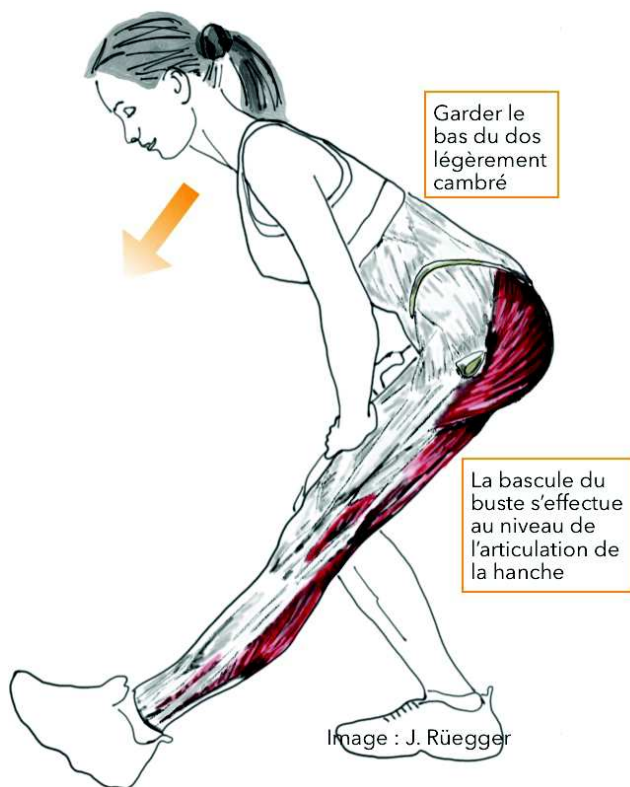


Figure 50 Étirement de l'arrière de la cuisse

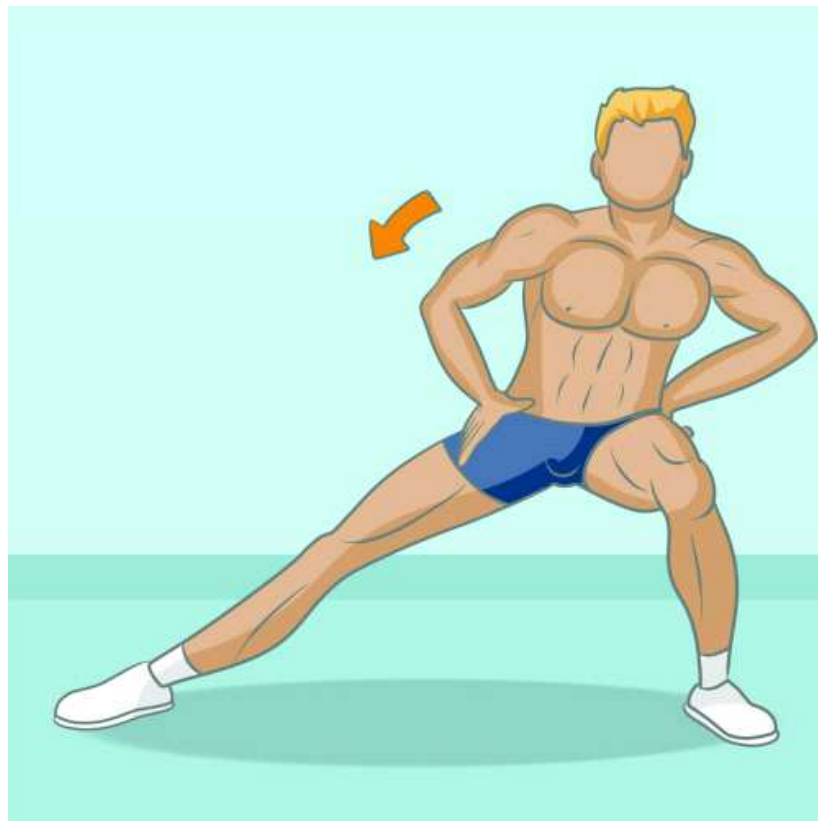


Figure 51 Étirement de l'intérieur de la cuisse



Figure 52 Étirement du tendon d'Achille

- Se doucher (attendre une vingtaine de minutes pour se laver afin de permettre l'évaporation complète de la transpiration et prévenir un malaise cardiaque possible par l'augmentation de la fréquence cardiaque). L'eau froide est vasoconstrictrice. Elle diminue la pression sanguine et la température corporelle. Elle stimule la circulation sanguine et accélère le métabolisme. L'eau chaude est vasodilatatrice. Elle augmente le flux sanguin et permet la décontraction et le relâchement des muscles ce qui améliore la récupération. Un bain chaud peut être pris avant de dormir pour un effet sédatif. De même, une tisane calmante à la valériane peut faciliter la décontraction et avoir un effet sédatif. Une alternance bain chaud/bain froid est possible en respectant un temps toujours plus long pour le bain chaud. Il y a de grandes variabilités de protocoles dans la littérature.
- S'alimenter. L'enrichissement de l'alimentation en glucides (complexes) se poursuit après l'exercice. Il favorise la recharge des muscles en glycogène dans les 30 minutes après la compétition puis dans les 2 heures après. La « fenêtre métabolique »⁷⁸ est la période immédiatement après l'exercice sportif. C'est au cours de ces trente premières minutes que l'assimilation de l'alimentation par l'organisme est la plus optimale. En effet plus la consommation de glucides est précoce après l'arrêt de l'exercice, plus la quantité de glycogène resynthétisée est importante (*Ivy et Coll., 1988*). De même, le stockage du glycogène est plus important après la consommation d'un mélange glucides-protéines en comparaison avec une consommation de protéines ou glucides seule (*Zawadzki et coll., 1992*)⁷⁹. Une alimentation enrichie en protéines (viande, oeufs, fromages) permet la reconstruction musculaire. Prise le soir, une forte ration protéique entraîne une augmentation de la glycémie de survenue très tardive (nuit) et évite ainsi l'hypoglycémie qui pourrait survenir en deuxième partie de nuit par augmentation de la néoglucogénèse et stimulation de la sécrétion de glucagon⁸⁰.
- Se faire véhiculer (la position de conduite est favorable aux crampes).
- Se masser les muscles (quelques gouttes d'huile essentielle de gaulthérie couchée diluées dans de l'huile d'abricot, HE contre-indiquée chez le sujet sous anticoagulants car elle augmente le risque hémorragique donc Lavandin grosso pour les autres) jusqu'à 3 fois par jour.
- Se reposer et faire une sieste pour évacuer la fatigue accumulée.

7.2. Les différents types de douleurs musculaires

Les douleurs musculaires apparaissent souvent à la suite d'une sollicitation trop intense de la musculature. Elles sont généralement bénignes et nécessitent rarement l'avis d'un médecin.

Les courbatures se manifestent, souvent, quelques heures après un effort inhabituel, voire le lendemain. Les muscles atteints sont sensibles à la pression et douloureux au moindre mouvement. Lors de courbatures sévères, la musculature est contractée, parfois enflée et chaude au toucher ³². Aussi appelées DOMS pour Delayed Onset Muscle Soreness, ils correspondent à des douleurs musculaires à retardement. Ces douleurs sont un symptôme des lésions musculaires induites par l'effort qui se produisent après celui-ci. Elles surviennent jusqu'à 48 heures après un effort excessif ou inhabituel et sont réversibles en 48 à 72 heures. Elles correspondent à des micro-lésions pathologiques associées à de grosses courbatures.

Les crampes sont une contraction musculaire douloureuse, involontaire et intense qui apparaît le plus souvent lors d'un effort physique. Pendant la durée de la crampe, il est difficile de bouger le membre atteint. Au bout de quelques minutes, la contraction musculaire diminue et disparaît, mais il subsiste une sensation désagréable, ou parfois un point douloureux précis et tenace ³². Elles surviennent plus fréquemment après un effort physique intense ou longuement soutenu, ou à la suite d'une forte transpiration. Le risque de crampe lié à plusieurs facteurs: la déshydratation, le surentraînement, le manque d'échauffement préalable ou un échauffement trop rapide, un faux mouvement, une compression des muscles, etc. Elles apparaissent plus fréquemment par temps froid.

Les contractures sont des contractions durables et involontaires d'un ou de plusieurs muscles. La douleur localisée apparaît à l'occasion d'activités intenses ou inhabituelles. La partie du muscle touchée semble dure et douloureuse à la palpation et lors de mouvements, en particulier lorsqu'une résistance y est opposée. Un choc sur un muscle, entraînant une contusion, peut provoquer les mêmes symptômes qu'une contracture ³².

Les élongations représentent une forme plus grave de contracture, où des fibres musculaires sont déchirées. L'étirement du muscle et sa contraction face à une résistance se révèlent très douloureux et la douleur est plus brutale ³².

Le terme très utilisé de « claquage » s'applique à une déchirure musculaire, rupture partielle d'un muscle et de son enveloppe. La douleur, de prime abord violente, brutale comme un coup de poignard, devient sourde et permanente. À la surface du muscle, on peut parfois sentir une encoche à l'endroit de la rupture des fibres musculaires ³².

Les signes de rupture musculaire sont identiques à ceux de la déchirure, mais leur sévérité est plus conséquente, car une rupture peut laisser des séquelles. S'il s'agit d'une jambe lésée, il est en général impossible de s'appuyer dessus. L'encoche à la surface du muscle est souvent significative ³².

7.2.1. Comment les éviter?

Une bonne hydratation est indispensable en cas d'activité sportive pour éviter les courbatures et les crampes. Il faut boire en quantité suffisante avant, pendant et après l'effort. Une alimentation riche en magnésium (céréales, noix, légumes verts, levure de bière, poisson gras) peuvent permettre de limiter les crampes. L'apport de vitamine B6, concomitant à la consommation de magnésium, favorise l'absorption du magnésium par l'organisme.

Avant l'effort physique, il est important de procéder à un échauffement musculaire efficace. Il doit être suffisamment long, progressif et adapté au profil du sportif. Après l'effort, il faut étirer les muscles qui ont été les plus sollicités.

Pour tenter de prévenir les crampes du mollet il est possible de pratiquer plusieurs fois par jour l'exercice suivant: il faut être debout, de face, à cinquante centimètres environ d'une paroi, jambe avant fléchie et jambe arrière tendue et s'appuyer contre la paroi en pliant légèrement les bras et en gardant les plantes de pied en contact avec le sol. La position dans laquelle une légère tension du mollet est ressentie doit être maintenue pendant dix à vingt secondes. Au relâchement, on peut sentir le muscle se décontracter. Au bout de quelques semaines, il est possible que les crampes disparaissent.

7.2.2. Comment les soigner?

Les courbatures musculaires disparaissent plus rapidement si l'on maintient les muscles douloureux en mouvement grâce à des étirements légers, au vélo ou à la marche, par exemple. Un bain chaud détend les muscles et apaise les douleurs. L'application locale de chaleur, sous forme de coussins thermiques, soulage efficacement. Un massage peut détendre

la musculature et contribuer ainsi à la disparition des courbatures ou des crampes. Si les crampes sont violentes, il peut être utile de prendre un médicament contre la douleur pendant une durée limitée. D'une manière générale, il faut essayer d'étirer le muscle. Pour une crampe du mollet par exemple, il faut saisir les orteils et tirer prudemment le pied vers le genou. En pratiquant une traction opposée à celle du muscle contracté, on parvient à le détendre. Le même effet est obtenu en marchant ou en effectuant plusieurs flexions de jambes.

Une étude a été menée pour prouver l'efficacité du froid comme du chaud dans les DOMS. Il a été montré que l'application de froid, dans l'heure et jusque dans les 24 heures suivant l'activité physique, réduit le niveau de douleurs des DOMS. Cependant il n'y a plus d'effet significatif sur la réduction des douleurs si le froid est appliqué plus de 24 heures après l'effort sportif.

Concernant l'application de chaud, son efficacité est présente dans l'heure suivant l'exercice physique et l'effet est toujours significatif même le lendemain de la course soit plus de 24 heures après ⁸¹.

Une consultation chez un médecin pourra être nécessaire si les courbatures s'accompagnent d'autres symptômes associés comme de la fièvre, des crampes ou des tremblements musculaires. De la même façon, si les courbatures empêchent tout mouvement, si elles ne disparaissent pas spontanément au bout de quelques jours, si elles troublent le sommeil ou encore si de fortes douleurs subsistent après la disparition de la crampe, une visite médicale peut s'avérer nécessaire.

Le magnésium a plusieurs rôles clés notamment dans le processus de division cellulaire. Il diminue la fatigue, contribue à une ossature normale, aux fonctionnements musculaire, psychologique et neurologique normaux et à un métabolisme énergétique normal.

NHCO® *Magnésium Amino-Chélaté* a l'avantage de présenter une meilleure assimilation et une meilleure tolérance digestive par rapport à d'autres formes de minéraux. Il se prend en cure de six semaines avant et/ou pendant une compétition sportive à raison de deux gélules par jour.



Figure 53 Magnésium Amino-chélaté
du laboratoire NHCO®

La plupart de temps, les crampes disparaissent spontanément en quelques minutes. En cas de douleurs, il est toujours possible de prendre un médicament antalgique par voie orale.

Le traitement des douleurs musculaires dépend de leur cause. Des décontractants musculaires sont parfois utiles sur de courtes périodes, contre les contractures musculaires douloureuses après une blessure par exemple. En décontractant le muscle, ils contribuent à lutter contre la douleur. D'autres méthodes décontractantes non médicamenteuses sont également utilisées : enveloppements chauds, massages, relaxation.

En raison de leur effet potentiellement délétère sur la cicatrisation musculaire, les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) ne devraient pas être utilisés, du moins durant plus de 48 heures ⁸², particulièrement les inhibiteurs sélectifs de la COX-2 ⁸³. Leur supériorité par rapport au paracétamol n'a pas été démontrée, et ils provoquent plus d'effets secondaires ⁸⁴. Pour ces raisons, il est recommandé d'utiliser le paracétamol et la cryothérapie à visée antalgique et décongestionnante. Des traitements locaux peuvent permettre de soulager les courbatures par massage de la région douloureuse sans prescription médicale. Ces préparations contiennent des substances variées: salicylates pour leur effet antalgique, camphre, eucalyptus ou menthol pour leur effet révulsif (provoquant une sensation de chaleur).

Les baumes AROMA® et SAINT BERNARD® sont recommandés en massage doux et prolongé jusqu'à pénétration complète une à deux fois par jour. Il faut tout de même faire attention aux contre-indications (allergies aux salicylés, pas d'application sur les plaies lésées, personnes aux antécédents de convulsions et de crises d'épilepsie et antécédents d'asthme).



Figure 54 BAUME AROMA®
du laboratoire Mayoly-
Spindler



Figure 55 BAUME SAINT
BERNARD® du laboratoire Merck

Par voie générale, GRANIONS® *décontractant musculaire* (cuivre, magnésium, potassium, sélénium, vitamines B1, B6, B12) peut être pris avant (cure à commencer au moins quinze jours avant la compétition) ou après une compétition sportive à raison de deux comprimés par jour. La forme ampoule existe également.



Figure 56 Décontractant musculaire du laboratoire GRANIONS®

Les décontractants musculaires (ou myorelaxants), qui n'existent maintenant uniquement sur présentation d'une ordonnance, peuvent être prescrits, en général sur de courtes périodes, dans le traitement d'appoint des contractures musculaires douloureuses, par exemple après une blessure. En décontractant le muscle, ils contribuent à lutter contre la douleur.

Le méthocarbamol (LUMIRELAX®), est un myorelaxant encore commercialisé pour le traitement d'appoint des contractures musculaires douloureuses. La posologie usuelle est de deux comprimés deux à trois fois jours. La durée est à déterminer par le médecin prescripteur. Des effets indésirables sont possibles; une somnolence à forte dose, plus rarement des éruptions cutanées, des démangeaisons, de la fièvre et exceptionnellement des vertiges, des maux de têtes et des troubles de la vision. Le méthocarbamol peut colorer les urines en vert-marron, sans conséquence clinique. Une prescription médicale est nécessaire pour le délivrer.



Figure 57 LUMIRELAX® du laboratoire Juvisé Pharmaceuticals

Des médicaments homéopathiques (BOIRON® *sporténine*®) ou d'oligothérapie (GRANIONS® de sélénium à base de sélénium) sont aussi proposés en cas de crampes. Sporténine® est une association de composants homéopathiques (Arnica Montana 9CH, Sarcosylacticum acidum 3CH, Zincum oxydatum 3CH) utilisée en cas de crampes, courbatures,

et fatigue musculaire. La posologie usuelle recommande de prendre un comprimé la veille ou juste avant l'épreuve sportive puis un comprimé toutes les heures pendant l'effort sportif. Après l'effort, il est possible de prendre un comprimé toutes les heures jusqu'à amélioration sans dépasser dix comprimés par jour. Les ampoules de sélénium sont à prendre quotidiennement à raison d'une ampoule par jour.



Figure 58 Sélénium du laboratoire GRANIONS®



Figure 59 SPORTENINE® du laboratoire BOIRON®

L'aromathérapie peut, elle aussi, être utilisée en respectant rigoureusement les contre-indications liées à leur utilisation. De plus, dotées de principe actif très puissant, il est conseillé de les diluer dans une huile végétale (huile végétale d'abricot, huile d'amande douce) avant application. S'il y en a une à retenir, chez le sportif, ce sera l'huile essentielle de gaulthérie couchée. C'est l'huile essentielle des sportifs par excellence. Elle peut être appliquée autant pour la préparation physique en amont d'une compétition sportive qu'en aval pour la récupération. Composée de salicylate de méthyle, elle a des propriétés anti-inflammatoires, analgésiques et anti-spasmodiques. Elle pourra être diluée dans une huile végétale d'Arnica réputée pour ses vertus hydratantes et anti-inflammatoires.



Figure 60 Huile essentielle de gaulthérie couchée du laboratoire PRANAROM®

Pour le soulagement des courbatures, il est possible de mélanger, dans le creux des mains, deux gouttes d'huile essentielle d'eucalyptus citronné, deux gouttes d'huile essentielle de gaulthérie couchée, et cinq gouttes d'huile végétale d'Arnica. L'application se fera sous forme de massages sur les zones concernées, après l'effort, deux à trois par jour.

7.3. L'importance de la récupération

Chaque séance d'entraînement provoque des perturbations importantes au niveau de l'homéostasie de l'organisme (perturbations électrolytiques, diminution des réserves énergétiques, augmentation des radicaux libres). Par ailleurs, la répétition de micro-traumatismes est à l'origine de lésions du système ostéo-articulaire, des tendons, des fibres musculaires, des globules rouges, etc. La récupération correspond à une période d'activité métabolique accrue, par rapport au repos, comme en témoigne l'augmentation du métabolisme pendant les 24 à 48 heures qui suivent l'arrêt d'un exercice intense et prolongé. Schématiquement l'exercice correspond à une prédominance de processus cataboliques alors que la récupération correspond à la mise en jeu des processus anatomiques nécessaires à la restauration de l'homéostasie de l'organisme ¹⁹.

7.3.1. La récupération active (dans les 10 à 15 jours qui suivent la compétition)

Elle ne doit pas entraîner de fatigue supplémentaire. Elle peut se composer de:

- Footings lents de 45 minutes, maximum, un jour sur trois sur des sols souples (sentiers, pelouse, terre battue)
- D'autres activités sportives de détente pour varier l'activité sportive: 20 à 30 minutes de natation, 45 minutes à une 1 heure de vélo, de la marche, etc.

Après ces activités de récupération, il est conseillé de bien se couvrir puisque l'organisme sera très sensible aux infections oto-rhino-laryngées.

7.3.2. La récupération passive

Elle peut se composer de:

- Massages qui détendent et libèrent les tensions musculaires et apportent un bien-être psychique
- Sauna et hammam (l'alternance de phases de réchauffement et de refroidissement agit sur le relâchement musculaire et psychique). Le premier sauna devra être effectué au minimum trois jours après la course pour éviter une accentuation de la déshydratation.
- D'hydrothérapie (utilisation possible en jet puissant)
- De thalassothérapie par l'utilisation de l'eau de mer et du milieu marin à des fins thérapeutiques. Elle peut diminuer le temps de récupération de moitié. De nombreuses prestations y sont proposées (boues marines, algues marines, eau de mer chaude, jet d'eau puissant, bassin d'eau de mer).

7.4. Les compléments alimentaires disponibles en pharmacie

En complément de toutes ces mesures, les granules homéopathiques d'*Arnica Montana 9 CH* peuvent être administrés à raison de cinq granules toutes les heures jusqu'à amélioration des symptômes.



Figure 61 Granules homéopathiques d'ARNICA MONTANA du laboratoire BOIRON®

Les agressions, provoquées par l'activité sportive, engendrent la production de « radicaux libres oxygénés ». Ils sont un marqueur de stress oxydant notre organisme, pouvant détruire nos cellules et endommager notre corps. Cela peut induire une mauvaise récupération, de la fatigue et/ou un risque de blessures. En parallèle, le corps augmente ses défenses en produisant des antioxydants pour s'en protéger. C'est pourquoi les apports en antioxydants par l'alimentation sont essentiels chez le sportif. Les anti-oxydants sont, à la fois, produits par notre organisme mais ils peuvent aussi être apportés par notre alimentation (vitamines A, C et E). Ils vont permettre d'atténuer les états inflammatoires des muscles et des articulations et de limiter les risques de blessures. Le sportif développe aussi, de façon naturelle au fil de ses entraînements, une capacité d'adaptation à la production importante de « radicaux libres oxygénés ».

Des compléments alimentaires « anti-oxydants » peuvent être retrouvés en pharmacie d'officine. Ils sont essentiellement composés de zinc, vitamine C et E et de polyphénols.

NHCO® NucléOx® (extrait de thé vert, myrtille, raisin, vitamines C et E, sélénium, N-acétylcystéine) et SOLGAR® *Advanced Antioxydant Formula* (vitamines C et E, bêta-carotène, zinc, sélénium, glutathion, ginkgo biloba, thé vert) sont des exemples de spécialités antioxydantes.

Pour NHCO® NucléOx®, il est conseillé de prendre une à deux gélules par jour en cure de deux mois. Sa prise contribue à la protection des cellules contre le stress oxydatif.



Figure 62 NucléOx® du laboratoire NHCO®

Pour SOLGAR® *Advanced Antioxydant Formula*, il est conseillé de prendre une gélule par jour au cours d'un repas.



Figure 63 Advanced Antioxydant Formula du laboratoire SOLGAR®

PILEJE® *Hyprosport récupération* (citrate de sodium, potassium, calcium et magnésium, vitamine C et E, hydrolysate de protéines de lactosérum, glucides) est une préparation de boisson destinée à la récupération du sportif après un effort intense (>1H30). Les glucides contribuent à la récupération d'une fonction musculaire normale après un effort physique très intense qui a occasionné une fatigue musculaire et une diminution des réserves de glycogène dans les muscles squelettiques. Le stick est à mélanger dans 250 mL d'eau (minérale de préférence).



Figure 64 Hyprosport Récupération du laboratoire PILEJE®

Un exercice épuisant est associé à une anorexie précoce, reproductible mais dont l'importance dépend du type et de l'intensité de l'exercice. Cependant, cette altération de la sensation de faim disparaît rapidement dès l'arrêt de l'exercice. Au plus tard, la sensation de faim sera retrouvée dans les deux heures qui suivent la fin de l'effort sportif. Dès lors que celle-ci reviendra, il faudra manger de façon modérée. L'alimentation devra contenir, de préférence, des aliments riches en glucides (riz, pâtes, lentilles, pois chiches) et en anti-oxydants (les germes de blé et la levure de bière qui peuvent être saupoudrés sur les plats). Les anti-oxydants sont présents dans de nombreux fruits et légumes (carotte, abricot, kiwi, orange). Mais on les retrouve également en abondance dans les huiles d'olive et de tournesol, l'avocat, le jaune d'oeuf, les noix ou encore les amandes. Il faudra éviter les aliments longs à digérer (alcool, épices, charcuteries, fritures) et préférer les légumes bien cuits, qui seront plus facilement digérés. La récupération protéique permettra de restaurer l'anabolisme musculaire et le remodelage adaptatif à l'entraînement.

7.5. La reprise de l'entraînement

Il n'y a pas de règle stricte pour la reprise de l'entraînement. Toutefois la récupération active semble apparaître comme un compromis idéal entre repos total, communément admis les jours suivant la compétition sportive, et reprise de l'entraînement. Celle-ci consiste à maintenir un travail sous-maximal à l'issue d'un exercice fatiguant. Elle permet de préserver un niveau de performance d'une épreuve à l'autre en accélérant les mécanismes de récupération énergétique, musculaire et psychologique. Le maintien d'une activité sous-maximale, après un exercice ayant engendré une augmentation significative de la lactatémie, favorise l'oxydation du lactate, principalement par les fibres musculaires actives (*Bangsbo et al. 1994*), de sorte que la lactatémie retrouve plus vite ses valeurs de repos qu'en condition passive. Cette stratégie de récupération est considérée comme une phase de retour au calme qui repose sur l'emploi d'une activité de locomotion (vélo, natation) à une intensité modérée pendant 10 à 30 minutes. Sur le plan métabolique, la récupération active accélère l'élimination des métabolites et le retour à l'état d'homéostasie au niveau musculaire et au niveau sanguin lorsqu'elle suit un exercice de haute intensité (*Gisolfi et al. 1966; Hermansen et Stensvold 1972; Belcastro et Bonen 1975; Stamford et al. 1981; Choi et al. 1994; Ahmaidi et al. 1996; Taoutaou et al. 1996; Watts et al. 2000; Greenwood et al. 2008*). De nombreuses études révèlent une meilleure perception de la récupération lorsque celle-ci est réalisée de manière active plutôt que passive (*Suzuki et al. 2004*)⁸⁶.

Conclusion

La course à pied de fond, et le sport en général, représentent un facteur d'épanouissement personnel, de bien-être et de meilleure santé par la prévention des complications cardio-vasculaires.

Nos sociétés occidentales subissent, depuis plusieurs décennies, un vieillissement considérable de la population. Ce vieillissement s'accompagne de changements importants dans le mode de vie et la population âgée sportive est régulièrement croissante.

L'accompagnement par des professionnels de santé, pour la mise en route, le suivi et l'adaptation de la progression, doit être disponible à l'ensemble de la population des sportifs et futurs sportifs.

Chez le sujet de plus de cinquante ans, l'activité sportive peut constituer une source de déséquilibre et de difficultés supplémentaire à gérer. Ces problèmes peuvent être contournés par la mise en place d'adaptations des traitements médicamenteux, d'une diététique adéquate et d'autres précautions associées. Il faut également tenir compte d'une progression qui respectera les principes d'entraînement du sportif pour l'optimisation des adaptations cardio-vasculaires, tout en préservant le système musculo-squelettique. Cela permettra d'éviter les blessures et l'arrêt de l'activité sportive délétère. La diversification des exercices est un plus qui permet de varier l'entraînement et de muscler de manière globale.

La prise en charge des sportifs plus de cinquante ans est pluridisciplinaire et nécessite d'intégrer les compétences du médecin, du pharmacien mais aussi d'autres intervenants comme des kinésithérapeutes, des professionnels spécialisés dans l'activité physique adaptée ou encore des diététiciens nutritionnistes du sport pour un suivi nutritionnel adapté.

Le pharmacien d'officine assure la dispensation et le bon usage des médicaments à usage humain et vétérinaire. Un de ses rôles est de proposer aux patients un suivi pharmacologique et il contribue, avec les autres professionnels de santé, à un accompagnement personnalisé du patient. Il répond aussi aux attentes du public en matière de santé. En effet, disponible sans rendez-vous, il joue un rôle majeur dans le conseil pharmaceutique. Chez le sportif de plus de cinquante ans, l'éducation thérapeutique est essentielle et vise à l'autonomisation maximale de celui-ci. Elle passe par le transfert de connaissances à travers l'enseignement, la

vérification des comportements et le suivi des consultations. En somme elle permet la pratique, en toute sécurité, d'une activité sportive en tenant compte des pathologies du sujet s'il y en a.

Il est important, à mon sens, que le pharmacien soit capable d'aider, d'orienter vers d'autres professionnels si nécessaire et de présenter, aux potentiels sportifs vétérans qui viennent à l'officine, des produits efficaces et adaptés à leurs traitements.

Annexe 1 Exemple de menu pour un dîner à la veille d'une compétition de course à pied de fond (selon les recommandations nutritionnelles de Thiebault CM, Sprumont P., Ogi A., Le sport après 50 ans, 2005)

- 8 à 10g/kg de glucides lents (riz blanc, pâtes) avec ou non des légumes verts bien cuits de préférence avec un filet d'huile d'olive (en évitant les sauces)
- Apport protéique à hauteur de 1,5 g/kg (viande ou poisson maigre: volaille, cabillaud, oeufs)
- Une compote sans sucres ajoutés.

Annexe 2 Recette de gâteau de sport et tableau d'analyse nutritionnelle du gâteau de sport d'après Nicolas Aubineau ⁶⁴

- 300 g de farine blanche
- 400 ml de lait ¹/₂ écrémé stérilisé Uht
- 150 g de miel
- 20 g d'abricots séchés, dénoyautés
- 20 g de figues séchées
- 20 g de pruneaux
- 60 g de raisins secs
- 1 cuillère à soupe d'huile combinée (mélange d'huiles)
- 1 sachet de levure
- 1 cuillère à soupe de poudre d'amande

Mélanger l'ensemble des ingrédients, huiler le moule (à cake ou autre), cuire à four chaud (th.6, 180°C) pendant 40 minutes environ (pour vérifier la cuisson, planter un couteau au centre du gâteau énergétique du sport, s'il est cuit, il doit ressortir propre). Laissez refroidir avant de découper et de savourer.

À préserver dans un torchon ou un film alimentaire pour le conserver jusqu'à 2 semaines. Il peut également être congelé.

Analyse moyenne	Par gâteau	Par part (=200g)	% VNR (calculées pour 1 part de gâteau)
Energie (kcal)	2183	545.75	
Protéines (g)	52	13	
Lipides (g)	31	7.75	
Glucides (g)	421	105.25	
dont sucres (g)	206.06	51.52	
Magnésium (mg)	187.42	46.86	13 %
Calcium (mg)	636.71	159.18	20 %
Phosphore (mg)	1 504.48	376.12	54 %
Potassium (mg)	2 403.52	600.88	30 %
Sodium (mg)	1 421.50	355.38	
Fer (mg)	9.05	2.26	16 %
Zinc (mg)	3.06	0.77	8 %
Cuivre (mg)	0.57	0.14	14 %
Manganèse (mg)	0.82	0.21	11 %
Iode (μg)	47.34	11.84	8 %
Sélénium (μg)	6.30	1.58	3 %
Vitamine D (μg)	0.04	0.01	0.20%
Vitamine E (mg)	15.36	3.84	32 %
Vitamine C (mg)	10.50	2.63	3 %
Vitamine B1 (mg)	0.65	0.16	15 %
Vitamine B2 (mg)	1.18	0.30	21 %
Vitamine B3 (mg)	4.52	1.13	7 %
Vitamine B5 (mg)	2.88	0.72	12 %
Vitamine B6 (mg)	1.32	0.33	25 %
Vitamine B9 (μg)	107.42	26.86	13 %
Vitamine B12 (μg)	1.08	0.27	11 %

Annexe 3 Trois exemples de petits-déjeuners avec leur analyse nutritionnelle respective ⁶⁴

Petit-déjeuner léger

- 100g de pain, soit une demi-baguette
- 20g de beurre doux, soit deux barquettes individuelles
- 30g de miel ou confiture, soit un petit pot individuel
- Deux oranges ou 300 mL de jus d'orange pur jus (soit 2 verres)
- 250g de yaourts nature, soit deux unités

Petit-déjeuner normal

- 150g de pain, soit $\frac{3}{4}$ de baguette
- 30g de beurre doux, soit trois barquettes individuelles
- 60g de miel ou confiture, soit deux petits pots individuels
- Deux oranges ou 300 mL de jus d'orange pur jus (soit 2 verres)
- 250g de yaourts nature, soit deux unités

Petit-déjeuner copieux

- 200g de pain, soit une baguette
- 40g de beurre doux, soit quatre barquettes individuelles
- 60g de miel ou confiture, soit deux petits pots individuels
- Deux oranges ou 300 mL de jus d'orange pur jus (soit 2 verres)
- 250g de yaourts nature, soit deux unités

Analyse	Petit-déjeuner léger	Petit-déjeuner normal	Petit-déjeuner copieux
Energie (kcal)	775	1080	1300
Glucides (g)	120	172	201
Protides (g)	22	26	31
Lipides (g)	21	30	39
Calcium (mg)	476	500	521
Magnésium (mg)	105	117	127
Sodium (mg)	884	1244	1604
Potassium (mg)	1322	1408	1474
Citrate (g)	3	3	3
Vitamine B1 (mg)	0,4	0,4	0,5
Vitamine B2 (mg)	0,7	0,8	0,8
Vitamine C (mg)	112	115	115
Vitamine E (mg)	1,1	1,5	1,8

Annexe 4 Recette pour une boisson d'attente (500 ml) et tableau d'analyse nutritionnelle d'après Nicolas Aubineau ⁶⁴

- 15 g de maltodextrine pure en poudre
- 1 cuillerée à soupe de miel (+/- 10 g) ou sirop d'agave ou de bouleau ou de fruits
- 0,5 g de citrate de magnésium en poudre
- 1 goutte d'huile essentielle de pamplemousse (optionnel)
- +/- 1 cuillerée à soupe de curcuma
- 2 pincées de fleur de sel (+/- 0,5 g)

On complète avec de l'eau du robinet, ou minérale jusqu'à 500 mL. Avant une épreuve sportive prolongée, elle pourra être bue de façon fractionnée sur une durée de deux heures.

Analyse moyenne	Boisson d'attente maison (500 mL)	% VNR
Energie (kcal)	93	
Protéines (g)	0.1	
Lipides (g)	0	
Glucides (g)	23.1	
dont sucres (g)	8.0	
Magnésium (mg)	102.5	28 %
Calcium (mg)	1.6	<1%
Phosphore (mg)	0.6	<1%
Potassium (mg)	7.5	<1%
Sodium (mg)	188.9	
Fer (mg)	0.1	<1%
Zinc (mg)	0.1<	<1%
Cuivre (mg)	0.1<	<1%
Manganèse (mg)	0.1<	<1%
Iode (µg)	0.1<	<1%
Vitamine C (mg)	0.8	1 %
Vitamine B1 (mg)	0	0 %
Vitamine B2 (mg)	<0.1	<1%
Vitamine B3 (mg)	<0.1	<1%
Vitamine B5 (mg)	<0.1	<1%
Vitamine B6 (mg)	<0.1	<1%
Vitamine B9 (µg)	0.2	<1%

Annexe 5 Recette de boisson énergétique maison (500 mL) d'après Nicolas Aubineau ⁶⁴:

- 150 mL d'eau fraîche de coco
- 20g de maltodextrine pure
- 1 cuillère à soupe de miel
- 0,5g de citrate de magnésium
- 2 gouttes d'huile essentielle de citron (optionnel)
- 1 cuillère à soupe de curcuma
- 2 pincées de sel (environ 0,5g)

La maltodextrine est un assemblage de plusieurs glucides issus de l'hydrolyse de l'amidon, le plus souvent, de blé ou de maïs. Elle apporte de l'énergie et minimise l'osmolarité de la boisson pour la rendre plus digeste.

Après avoir mélangé, on complète avec de l'eau minéral.

Bibliographie:

1. Croutte P., Müller J., Baromètre national des pratiques sportives 2018. INJEP (2019), p.10. [Internet], disponible sur https://injep.fr/wp-content/uploads/2019/01/Rapport_2019-01Barometre_sport_2018.pdf
2. Madoré F., Loret S., Pour une géographie des courses à pied en France. Cybergeog: European Journal of Geography Espace, Société, Territoire, document 977 (2021). [Internet], disponible sur <https://journals.openedition.org/cybergeog/36688>
3. Organisation Mondiale de la Santé. L'activité physique (2022). [Internet], disponible sur <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
4. Dictionnaire Larousse. [Internet], disponible sur <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>
5. L'encyclopédie française. [Internet], disponible sur <https://www.encyclopedie.fr>
6. Louis H., Cursus Université Rennes 2. [Internet], disponible sur <https://cursus.univ-rennes2.fr/file.php/18/coursedurdemifond.pdf>
7. ISSEP/Athlétisme. La course d'endurance. [Internet], disponible sur https://www.unil.ch/issul/files/live/sites/issul/files/cours_pratique/La_course_d_end.pdf
8. Dictionnaire Le Robert. Définition de la compétition. [Internet], disponible sur <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/competition>
9. L'Assurance Maladie (2022). [Internet], disponible sur <https://www.ameli.fr>
10. Fédération Française des diabétiques. [Internet], disponible sur <https://www.federationdesdiabetiques.org>
11. Thiebault CM, Sprumont P., Ogi A., Le sport après 50 ans (2005).
12. Gaudin-Winer F., Enquête: La course à pied à l'étude (2014). [Internet], disponible sur <https://www.athle.fr/asp.net/main.news/news.aspx?newsid=11782>
13. Fédération Française d'Athlétisme. Les catégories d'âge (2023). [Internet], disponible sur <https://www.athle.fr/asp.net/main.html/html.aspx?htmlid=25>
14. Mekrami S., Brignol T.N, Koenig J., Le muscle squelettique (2003). [Internet], disponible sur https://www.afm-telethon.fr/sites/default/files/legacy/le_muscle_squelettique_0306.pdf
15. Snijders T., Aussieker T., Holwerda A., Parise G., Van Loon LJC., Verdijk LB., The concept of skeletal muscle memory: Evidence from animal and human studies, Acta Physical (Off). (2020). [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.gov/32175681/>
16. Mekrami-Ghozlane S., Brignol T.N., Urtizbera J.A., Organisation de la motricité (2005). [Internet], disponible sur <https://docplayer.fr/21515011-Organisation-de-la-motricite.html>

17. Institut de Myologie, Mécanismes cellulaires et moléculaires de la contraction. [Internet], disponible sur <https://www.institut-myologie.org/enseignement/connaissances-sur-le-muscle/mecanismes-de-la-contraction/>
18. BIGARD X., GUEZENNEC C.Y. Fatigue périphérique, lactate musculaire et Ph intracellulaire . Sciences et Sports. (1993), 8 : 193-204
19. Rivière D., Rochcongar P., Amoretti R., Bigard X., Lecocq J., Monod H., Rodineau J. Médecine du sport pour le praticien (2020)
20. Caroline Benlot, Nicole Blanchouin, BioMedia-UPMC, La néoglucogenèse (2008.). [Internet], disponible sur https://www.letudiant.fr/boite-a-docs/document/neoglucogenese_6596.html
21. Qu'est-ce que le drop d'une chaussure de Running? [Internet], disponible sur <https://www.salomon.com/fr-fr/running/trail-running-advice/what-drop-running-shoes>
22. Fritschy D., Médecine du sport n°349, Revue médicale suisse (2012). [Internet], disponible sur <https://www.revmed.ch/revue-medicale-suisse/2012/revu-medicale-suisse-349/course-a-pied-attaque-talon-ou-avant-pied-une-question-d-evolution-des-chaussures-et-de-la-vitesse-de-course>
23. Grimshaw, P. & Burden A. Biomécanique du sport et de l'exercice (2010)
24. Lacoste C., Alexia G., Dugal J.P, Richard D., la pratique du sport (2010)
25. Riebe D, Ehrman JK, Liguori G, Magal M., American College of Sport Medicine, ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia (PA): Wolters Kluwer (2018)
26. Smail A. Manuel d'entraînement de l'athlète confirmé, CONFEJES (2009). [Internet], disponible sur <https://docplayer.fr/7781948-Manuel-d-entrainement-de-l-athlete-confirme.html>
27. Borgia B., S Dufek JS., Radzak KN., Freedman Silvernail J., The effects of exercise modality of age-related changes observe during running. Eur Rev Aging Phys Act. (2022). [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36115944/>
28. Ministère de la Santé et de la Prévention, Les maladies cardio-vasculaires (2022). [Internet], disponible sur <https://solidarites-sante-gouv.fr/soins-et-maladies/maladies/maladies-cardiovasculaires/article/maladies-cardiovasculaires>
29. Gabet A, Lamarche-Vadel A, Chin F, Olié V. Disparités régionales de la mortalité prématurée par maladie cardiovasculaire en France (2008-2010) et évolutions depuis 2000-2002. Bull Epidémiol Hebd. (2014) (26):430-8

30. Fourcad N., Von Lennep F., Grémy I., Bourdillon F., Luciano L., Rey S. Et al, DREES, L'état de santé de la population de France (2017). [Internet], disponible sur <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2021-01/Rapport-ESPF-2017.pdf>
31. Gabet A., Danchin N., Olié V., Infarctus du myocarde chez la femme: évolutions des taux d'hospitalisation et de mortalité, France (2002-2013). Bull Epidemiol Hebd. (2016); (7-8):100-8
32. Vidal. [Internet], disponible sur <https://www.vidal.fr>
33. Whelton SP., Chin A., Xin X., He J., Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. Ann Intern Med. 2002;136:493-503. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11926784/>
34. MacDonald JR. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. J Hum Hypertens 2002;16:225–36. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11967715/>
35. Le V.V., Mitiku T., Sungar G., The blood pressure response to dynamic exercise testing: A systematic review. Prog Cardiovasc Dis 2008;51:135–60. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18774013>
36. Molmen-Hansen H.E., Stolen T., Tjonna A.E., Aamot I.L., Ekeberg I.S., Tyldum G.A., et al. Aerobic interval training reduces blood pressure and improves myocardial function in hypertensive patients. Eur J Prev Cardiol. 2012;19:151–60. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21450580/>
37. Pescatello L.S., Fargo A.E., Leach Jr C.N., Scherzer H.H., Short-term effect of dynamic exercise on arterial blood pressure. Circulation. 1991;83:1557–61. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2022015/>
38. Colonna M., Boussari O., Cowppli-Bony A., Delafosse P., Romain G., Grosclaude P. et al. Time trends and short term projections of cancer prevalence in France. Cancer Epidemiol, 2018 Oct;56:97-105. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30125884/>
39. Santé Publique France (2021). [Internet], disponible sur <https://santepubliquefrance.fr>
40. Institut National du Cancer, Activité physique (2019). [Internet], disponible sur <https://www.ecancer.fr/Comprendre-prevenir-depister/Reduire-les-risques-de-cancer/Activite-physique>
41. Fuchsjäger-Mayrl G., Pleiner J., Wiesinger G.F., Sieder A.E., Quittan M., Nuhr MJ., et al. Exercise training improves vascular endothelial function in patients with type 1 diabetes. Diabetes Care 2002 Oct;25(10):1795–1801. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12351480/>

42. Ramalho A.C., de Lourdes Lima M., Nunes F., Cambuí Z., Barbosa C., Andrade A., et al. The effect of resistance versus aerobic training on metabolic control in patients with type-1 diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract* 2006 Jun;72(3):271-276. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16406128/>
43. L'Abbé C., M. Sc., Outil 30, De l'exercice pour améliorer son taux de cholestérol, Institut de recherches cliniques de Montréal (juin 2018). [Internet], disponible sur https://sgha2.hypertension.qc.ca/wp-content/uploads/2018/10/30_cholesterol_juin2018.pdf
44. De Peretti C., Perel C., Chin F., Tuppin P., Iliou M.C., Vernay M. et al. Cholestérol LDL moyen et prévalence de l'hypercholestérolémie LDL chez les adultes de 18 à 74 ans, Étude Nationale de Nutrition Santé (ENNS) (2006-2007), France métropolitaine. *Bull Epidémiol Hebd.* 2013;(31):378-85. [Internet], disponible sur <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/documents/article/cholesterol-ldl-moyen-et-prevalence-de-l-hypercholesterolemie-ldl-chez-les-adultes-de-18-a-74-ans.-etude-nationale-nutrition-sante-enns-2006-2007>
45. Massy Z., Brazier M., Housieaux E., Kamel S., Wattel A. Le cholestérol, Suivi du patient à l'officine (2006)
46. Fikenzer K., Fikenzer S., Laufs U., Werner C., Effects of endurance training on serum lipids. *Vassal Pharmacol.* 2018 Feb;101:9-20. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29203287/>
47. Dustin J.L., Miller W., Farrell S., Sherman W.N., Ivy J.L., Increases in HDL-cholesterol and the HDL/LDL cholesterol ratio during prolonged endurance exercise. *Metabolism* 1983 Oct;32(10):993-7. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6888267/>
48. Bacquaert P., IRBMS, Test du demi Cooper (2019). [Internet], disponible sur <https://www.irbms.com/test-demi-cooper/>
49. Schmidt R.F., Thews G., Lang F. *Physiologie des Menschen.* 26. Auflage. Springer, 1995;31.3:681-2
50. Wojtaszewski J.F., Higaki Y., Hirshman M.F., Michael M.D., Dufresne S.D., Kahn C.R et al. Exercise modulates postreceptor insulin signaling and glucose transport in muscle-specific insulin receptor knockout mice. *J Clin Invest* 1999 Nov;104:1257-64. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10545524/>
51. Kraniou G.N., Cameron-Smith D., Hargreaves M.. Acute exercise and Glut 4 expression in human skeletal muscle : Influence of exercise intensity. *J Appl Physiol* 2006 Sep;101:934-7. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16763099/>

52. Büsser C., Meyer P., Jornayvaz F.R., Diabète n°389, Sport et diabète de type 1. Revue Médicale Suisse (juin 2013). [Internet], disponible sur <https://www.revmed.ch/revue-medicale-suisse/2013/revue-medicale-suisse-389/sport-et-diabete-de-type-1>
53. Wasserman D.H., Zinman B. Exercise in individuals with IDDM. Diabetes Care 1994 Aug;17(8):924-37. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7956645/>
54. Galassetti P., Mann S., Tate D., Neill R.A., Costa F., Wasserman D.H. et al. Effects of antecedent prolonged exercise on subsequent counterregulatory responses to hypoglycemia. Am J Physiol Endocrinol Metab 2001 Jun;280:E908-17. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11350772/>
55. Koivisto V.A., Felig P. Effects of leg exercise on insulin absorption in diabetic patients. N Engl J Med 1978 Jan; 298:79-83. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/619237/>
56. Tansey M.J., Tsalikian E., Beck R.W., Mauras N., Buckingham B.A. Weinzimer S.A. et al. The effects of aerobic exercise on glucose and counterregulatory hormone concentrations in children with type 1 diabetes. Diabetes Care 2006 Jan;29:20-5. [Internet], disponible sur <https://europepmc.org/article/MED/16373890>
57. Kemmer F.W., Tacke M., Berger M. Mechanism of exercise induced hypoglycemia during sulfonylurea treatment. Diabetes 1987 Oct; 36(10): 1178–82. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3115853/>
58. Mitchell J.H., Haskell W., Snell P., Van Camp S.P. Task force 8 : Classification of sports. J Am Coll Cardiol 2005 Apr19;45(8):1364–7. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15837288/>
59. Blair S.N., Kohl H.W. 3rd, Barlow C.E., Paffenbarger Jr R.S., Gibbons L.W., Macera C.A. Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. JAMA 1995 Apr12;273(14):1093-8. [Internet], disponible sur <https://www.edimark.fr/Front/frontpost/getfiles/15046.pdf>
60. Haute Autorité de Santé, Organisation des Parcours, Prescription d'activité physique et sportive, Hypertension artérielle (septembre 2018). [Internet], disponible sur https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-10/ref_aps_hta_vf.pdf
61. Gémeau J-L., Violettes B., Schlienger J-L. Endocrinologie, diabète, métabolisme et nutrition pour le praticien, (2014), p. 357
62. Hawley J.A., Schabort E.J., Noakes T.D., Denis S.C, Carbohydrate-loading and exercise performance. An update. Sports Med 1997 Aug; 24(2): 73-81. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9291549/>
63. Marsaudon E., L'alimentation du diabétique (2006)

64. Aubineau.N, La diététique. [Internet], disponible sur <https://www.nicolas-aubineau.com>
65. Jeukendrup Asker E., Nutrition for endurance sports: marathon, triathlon an road cycling, J Sports Sci. 2011;29. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21916794/>
66. Bigard X., Guezennec C.Y, Nutrition du sportif (2017)
67. Von Duvillard S.P., Braun W.A., Markofski M., Beneke R., Leithäuser R., Fluids and hydration in prolonged endurance performance, Nutrition. 2004 Jul-Aug;20(7-8):651-6. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15212747/>
68. Erlacher D., Ehrlenspiel F., Adegbesan O.A., El-Din H.G. Sleep habits in German athletes before important competitions or games. J Sports Sci. 2011 May;29(8):859-66. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21506041/>
69. Juliff L.E., Halson S.L., Peiffer J.J. Understanding sleep disturbance in athletes prior to important competitions. J Sci Med Sport. 2014 Feb 13. pii: S1440-2440(14)00035-8. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24629327/>
70. Oliver S.J., Costa R.J., Laing S.J., Bilzon J.L., Walsh N.P. One night of sleep deprivation decreases treadmill endurance performance. Eur J Appl Physiol. 2009;107(2):155–161. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19543909/>
71. Skein M., Duffield R., Edge J., Short M.J., Mündel T. Intermittent-sprint performance and muscle glycogen after 30 h of sleep deprivation. Med Sci Sports Exerc. 2011 Jul; 43(7):1301-11. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21200339/>
72. SELYE Hans, Stress Health and Disease, éd. Butterworths, Boston, (1976). [Internet], disponible sur <https://www.erudit.org/fr/revues/ri/1978-v33-n3-ri2843/028894ar.pdf>
73. Cégep François-Xavier Garneau, Le stress aux examens (2020). [Internet], adaptation du dépliant disponible sur <https://www.cegeplevis.ca/wp-content/uploads/2020/08/Courbe-du-stress-Yerkes-et-Dodson-1906.pdf>
74. Université de Montréal, La respiration diaphragmatique (2011). [Internet] disponible sur https://www.cisssca.com/clients/CISSSCA/CISSS/COVID-19/Personnel_gestionnaires_médecins_étudiants/Mesures_de_controle/technique_de_respiration.pdf
75. I-run. [Internet] disponible sur <https://www.i-run.fr/running/choisir-chaussure-running/>
76. Alphadiab, Soins des pieds. Chaussettes diabète en fil de Cupron (2016). [Internet] disponible sur <https://www.alphadiab.fr/Files/107931/181709508841968.pdf>
77. Fedewa M.V., Spencer S.O., Williams T.D., Becker Z.E., Fuqua C.A. Effect of branched-chain amino acid supplementation on muscle soreness following exercise: a Meta-

- analysis. *Int J Vitam Nutr Res.* 2019 Nov;89(5-6):348-356. [Internet] disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30938579/>
78. Shimomura Y., Murakami T., Nakai N., Nagasaki M., Harris R.A., Exercise promotes BCAA catabolism: effects of BCAA supplementation on skeletal muscle during exercise, *J Nutr.* 2004 Jun;134(6 Suppl):1583S-1587S. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15173434/>
79. Berthou A. La nutrition positive. *Nutrition et Micronutrition sportive* (2019). [Internet], disponible sur <https://cipe-nice.fr/wp-content/uploads/2019/04/Nutrition-sportive-12032019-Nice.pdf>
80. Mollet E. *Act. Méd. Int. - Métabolismes - Hormones - Nutrition*, Volume IV, n°1 (février 2000). [Internet], disponible sur <https://www.edimark.fr/Front/frontpost/getfiles/4755.pdf>
81. Wang Y., Li S., Zhang Y., Chen Y., Yan F., Han L., et al, Heat and cold therapy reduce pain in patients with delayed onset muscle soreness: A systematic review and meta-analysis of 32 randomized controlled trials. *Phys Ther Sport.* 2021 Mar;48:177-187. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33493991/>
82. Mackey A.L., Mikkelsen U.R., Magnusson S.P., Kjaer M. Rehabilitation of muscle after injury – the role of anti-inflammatory drugs. *Scand J Med Sci Sports.* 2012 Aug;22(4):e8–14. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22449131/>
83. Shen W., Li Y., Tang Y., Cummins J., Huard J. *NS-398, a cyclooxygenase-2-specific inhibitor, delays skeletal muscle healing by decreasing regeneration and promoting fibrosis.* *Am J Pathol.* 2005 Oct;167(4):1105–17. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16192645/>
84. Paoloni J.A., Milne C., Orchard J., Hamilton B. Non-steroidal anti-inflammatory drugs in sports medicine: guidelines for practical but sensible use. *Br J Sports Med.* 2009 Oct;43(11):863–5. [Internet], disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19546098/>
85. Pranarom®, Comment utiliser les huiles essentielles pour le sport? (2021). [Internet], disponible sur <https://www.pranarom.fr/fr/blog/post/comment-utiliser-les-huiles-essentielles-pour-le-sport-.html>
86. Hauswirth C., Améliorer sa récupération en sport (2013), p. 53-69

LELIEVRE Aude

Conseils et accompagnement à l'officine du sportif de plus de cinquante ans dans le cadre d'une compétition de course à pied de fond.

Th. D. Pharm., Rouen, 2022, 154 p.

RESUME

L'allongement considérable de l'espérance de vie et le temps imparti aux loisirs incitent à s'adonner à une activité sportive. C'est alors que les plus de cinquante ans poursuivent ou reprennent le chemin des compétitions de course à pied de fond.

L'adaptation de l'entraînement et les précautions, notamment thérapeutiques, à prendre au cours de l'activité sportive sont primordiales chez cette catégorie de sportifs. Il est ainsi fondamental de prendre en compte le vétéran dans sa globalité afin de permettre un accompagnement optimal dans sa préparation sportive.

Nombreux sont ceux qui viennent à l'officine, profitant de récupérer leur traitement pour s'enquérir de conseils liés à cette pratique sportive. Il est essentiel que les pharmaciens, spécialistes du médicament dans sa globalité, soient en mesure de répondre à cette patientèle par la délivrance de conseils pertinents et de produits adaptés qui tiennent compte des pathologies associées du patient.

Programmes d'entraînement, nutrition et adaptations thérapeutiques du sportif de plus de cinquante ans seront abordés et développés dans cette thèse.

MOTS CLES : Vétéran – Course à pied - Endurance – Compétition – Préparation – Officine

JURY

Président : Mme GARGALA Gilles, Professeur

Membres : M. GARGALA Gilles, Professeur

M. ADELEU Paul, Docteur en Pharmacie

M. VAUGEOIS Jean-Marie, Docteur en Pharmacie

DATE DE SOUTENANCE : 25 novembre 2022

