### MINISTERE DE LA SANTE

### **REGION LORRAINE**

# INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE DE NANCY

# ELABORATION D'UN LIVRET DE PREVENTION APRES ANALYSE BIOMECANIQUE DE LA COURSE, IDENTIFICATION DES FACTEURS DE RISQUE ET COMPREHENSION DES MECANISMES DE BLESSURES

Mémoire présenté par **Thibaut YAX** étudiant en 3<sup>ème</sup> année de masso-kinésithérapie en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute. 2014-2015.

### **SOMMAIRE**

R	ESUME	
1.	INTRODUCTION	1
2.	METHODES DE RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES	
3.	METHODES ET CADRE D'ENTRAINEMENT EN COURSE	. 5
	3.1. Evolution du matériel : de la chaussure « normale » à la course pied nu	2
	3.2. Surfaces de pratique	3
	3.3. Modes de pratique	. 3
4.	ANALYSE BIOMECANIQUE DE LA COURSE	. 4
	4.1. Qu'est-ce que la course ?	_4
	4.2. Biomécanique conventionnelle de la course.	4
4.2	2.1. Caractéristiques d'un cycle et d'une foulée	4
	4.2.1. Description des différentes phases de la course	. 4
	4.2.2. Description des cycles de course	5
	4.2.2.1. Cycle arrière.	5
	4.2.2.2. Cycle avant	.6
	4.2.3. Appuis spécifiques du pied au sol	.6
	4.3. Système masse-ressort et énergie élastique	.7
	4.3.1. Modélisation avec le tendon d'Achille	9
	4.3.2. La voûte plantaire	.9
	4.4. Rôle du complexe-lombo-pelvi-fémoral	9
	4.5. Les membres supérieurs	10
	4.6. Conséquences de la fatigue sur la biomécanique de course	. 10
	4.6.1. Modifications du cycle de course	.10
	4.6.2. Effets de la fatigue sur le complexe pied-cheville	.1
	4.6.3. Effets de la fatigue sur le genou et la hanche	11
5.	PATHOLOGIES ET EPIDEMIOLOGIES EN COURSE	12
	5.1. Définition de la blessure	12
	5.2. Epidémiologie des blessures en athlétisme et course à pied	12
	5.3. Pathologies spécifiques du coureur	13
	5.3.1. Localisation des pathologies en course à pied	.13
	5.3.2. Types de pathologies	14
<b>6.</b> ]	FACTEURS DE RISQUE ET MECANISMES DE BLESSURES	14
(	6.1. Facteurs intrinsèques	14
	6.1.1. Age	14
	6.1.2. Sexe	14
	6.1.3. Indice de masse corporel	15
	6.1.4. Facteurs anatomiques	15
	6.1.5. Niveau d'expérience	1 6

6.1.6. Types d'attaques au sol16						
6.1.7. Antécédents de blessures						
6.2. Facteurs extrinsèques17						
6.2.1. Fréquence d'entraînement hebdomadaire17						
6.2.2. Distance parcourue par semaine						
6.2.3. Equipement utilisé						
6.2.4. Surface de course19						
6.2.5. Hygiène de vie19						
6.2.6. Cadre d'entraînement19						
6.2.7. Cadre de compétition19						
6.3. Mécanismes de blessures20						
7. PREVENTION EXISTANTE						
8. LIVRET DE PREVENTION : COMMENT, POUR QUI ET POURQUOI ?						
9. INTERETS ET DEFINITION DE LA PPG						
9.1. Intérêts de la PPG dans la littérature						
9.2. Intérêts de la PPG pour les entraîneurs						
9.3. Intérêts de la PPG pour les M-K						
9.4. Quel type de PPG pourrions-nous proposer en tant que M-K?						
9.4.1. Approches d'exercices et stratégies préventives						
9.4.1.1. Assouplissements 23						
9.4.1.2. Renforcement musculaire						
9.4.1.3. Equilibre-proprioception-coordination						
9.4.1.4. Maîtrise technique						
9.4.1.5. Education thérapeutique du sportif						
10. DISCUSSION28						
11. CONCLUSION						
BIBLIOGRAPHIE 30						
ANNEXES						

### RESUME

Afin de diffuser des mesures préventives et promouvoir la santé auprès des coureurs à pied, nous avons réalisé un livret de prévention basé sur des exercices de préparation physique généralisée (PPG). Nous en profitons pour donner des conseils de pratique sportive, inculquer aux lecteurs des connaissances et « casser » certaines idées reçues.

Ce livret est destiné aux coureurs amateurs dépourvus de structures d'entraînement mais il peut tout à fait venir en aide aux coureurs en club. C'est un moyen de faire le lien entre l'entraîneur et l'athlète. C'est une trace écrite de ce qui peut être dit ou fait lors d'entraînements. Il présente également un intérêt pour les masseur-kinésithérapeutes (M-K) qui peuvent le distribuer aux athlètes fréquentant leur cabinet et désireux de se prendre en charge. Les M-K auront ainsi connaissance du référentiel sur lequel se base l'athlète et pourront adapter les exercices.

Pour réaliser ce travail, nous avons tout d'abord étudié la biomécanique de la course pour en comprendre sa technicité. Puis, nous avons exploré la littérature dans le cadre des pathologies en lien avec la course à pied. Ensuite, nous nous sommes intéressés aux facteurs de risque de blessures (FDR) et aux mécanismes de blessures. Enfin, comme l'ont suggérées plusieurs études, nous avons établi des stratégies préventives axées sur le renforcement musculaire, la proprioception et l'enseignement des bonnes pratiques. Cela nous a amené à nous diriger vers la PPG et nous y avons inclus des exercices d'assouplissements, de maîtrise technique et d'équilibre-coordination.

### Mots-clés:

- français : prévention, blessure, course à pied, biomécanique, facteurs de risque.
- anglais: prevention, injury, running, biomechanics, risk factors.

### 1. INTRODUCTION

La course à pied est aujourd'hui très pratiquée en France. Que ce soit en loisir ou en compétition, avec ou sans entraîneur, chaque année de plus en plus de personnes y adhèrent. Des études mettent en avant que les épreuves combinées, le fond et le demi-fond sont les disciplines où le taux d'incidence des blessures est un des plus élevé [1-6]. Le demi-fond concerne les courses allant du 800m au 3 000m et le fond, celles de 5 000m et 10 000m; audelà nous parlons de grand-fond et d'ultra-fond. Mais de manière générale, les non-initiés regroupent le fond et le demi-fond sous le terme de course à pied. Parmi les pratiquants, nombreux sont ceux à développer des pathologies. En effet, la répétition du geste sportif, l'accumulation et l'augmentation des contraintes biomécaniques affectent les structures musculo-squelettiques. Nous parlons de stress mécanique.

Nous partons du postulat que suite à une stimulation des structures musculosquelettiques, celles-ci vont s'adapter pour pouvoir mieux supporter les contraintes biomécaniques auxquelles elles sont soumises lors de l'activité sportive. Elles seront alors, en toute logique, moins sujettes à des pathologies. Or, nous le savons, la blessure est crainte par les athlètes et les entraineurs. Elle peut avoir un retentissement important sur le plan psychologique et sur la vie quotidienne, tout aussi bien pour l'amateur que pour le professionnel. C'est donc sur ces constats que le mot « prévention » prend un sens pour les professionnels de santé et les fédérations d'athlétisme.

Van Mechelen a décrit une démarche scientifique de prévention des blessures portant le nom de « séquence de prévention » (Annexe I) [4]. Elle se répartie en 4 étapes qui vont de l'identification des blessures, à la mesure de l'efficacité des mesures préventives, en passant par l'étiologie et les mécanismes de blessures.

En matière de prévention, tout le monde ne fait pas la même chose et n'a pas le même savoir. En nous basant sur les pistes préventives évoquées par certaines études, nous proposons ici de réaliser l'étape 3 de la « séquence de prévention » [1, 6, 7]. Ces pistes nous amènent à nous diriger vers la préparation physique généralisée (PPG). Nous pouvons ainsi nous demander si un livret de prévention se basant sur des exercices de PPG associés à des conseils sur la pratique sportive s'avère une stratégie payante. Que pouvons-nous alors proposer comme PPG aux coureurs ? Que devons-nous attendre d'un tel livret ?

# 2. METHODES DE RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES

Nous avons utilisé les bases de données documentaires suivantes :

- Bases de données de recommandations de bonne pratique : PEDro, Cochrane.
- Moteurs de recherche spécifiques : Pubmed, Kinédoc.
- Moteurs de recherche de revues scientifiques : Elsevier Masson Consulte, Kinésithérapie Scientifique, The British Journal of Sports and Medicine.
- Autres moteurs de recherche : Google, Google scholar.

Les mots clés choisis ont été utilisés seuls ou associés en français et en anglais. Les voici : prévention, blessure, course à pied, biomécanique, facteurs de risque, demi-fond, PPG.

Nous avons eu des difficultés pour accéder à certains articles. Tous ne sont pas en « free full text », les auteurs ne répondent pas toujours et leurs mails sont parfois indisponibles. Les articles ont été sélectionnés après lecture du titre et du résumé ainsi que du type de l'étude : revue systématique, revue de littérature, étude prospective. Les recherches ont été faites sur dix ans mais certaines références utilisées sont plus anciennes.

# 3. METHODES ET CADRE D'ENTRAÎNEMENT EN COURSE

3.1. Evolution du matériel : de la chaussure « normale » à la course pied nu

Au fil des années, les industriels du sport font évoluer la chaussure de running. Aujourd'hui, il existe différents avis, idées, études scientifiques et produits commerciaux pour guider le sportif dans son choix de matériel. Mais, entre les chaussures dites « maximalistes », les chaussures « minimalistes » et la nouvelle mode du « barefoot », que faire ?

Les chaussures « maximalistes » ont un amorti talonnier important. La semelle est globalement épaisse avec un drop important. Le drop est la différence d'épaisseur entre l'arrière et l'avant de la semelle de la chaussure. Plus il est important, plus la chaussure est dite « maximaliste ». Il existe différentes catégories selon la morphologie du pied : « motion control » pour un pied plat hyper-pronateur, « cushion » pour un pied creux supinateur, « stability » pour soutenir une arche normale, « neutral » sans système de soutien [8, 9].

Les chaussures « minimalistes » ont une semelle fine et un drop faible, de manière à ce que le pied soit le plus proche du sol. Plus le drop est faible, plus la chaussure est dite « minimaliste ». D'après les experts, l'interface qu'est la semelle, permet par sa finesse de se rapprocher du « barefoot » tout en protégeant le pied des abrasions. Ainsi le pied est plus réceptif aux sensations perçues lors du contact avec le sol. La vraie chaussure « minimaliste » est la « Vibram Five Fingers<sup>TM</sup> » puisqu'elle se rapproche le plus de la course pied nu. D'autres sont présentées comme « minimalistes » et ressemblent à des chaussures de running classiques. Elles se distinguent par leur flexibilité, leur drop faible, leur légèreté, leur respect de la forme du pied et par l'absence de système de soutien et anti-pronateur [9-11].

Le « barefoot » consiste à courir pied nu. Le risque de blessures (coupures, abrasions) est important [9].

Aujourd'hui, les coureurs utilisent pour la plupart soit des « maximalistes », soit des chaussures présentées comme « minimalistes ». Mais de plus en plus s'essaient au « minimalisme » pur ainsi qu'au « barefoot ». Bien qu'ils soient une minorité pour l'instant dans le monde de la course à pied, il faut tenir compte des risques de blessures auxquels ils s'exposent lors de la phase de transition à cause de modifications biomécaniques.

Les avis sont divergents quant au type de chaussage qu'il faut privilégier ; et ils le sont encore plus pour le « barefoot » qui est sujet à de nombreuses études dont les conclusions ne permettent pas de prendre position et d'affirmer scientifiquement de son bienfondé ou non.

### 3.2. Surfaces de pratique

Les sols rencontrés en course sont divers. De manière générale, les coureurs dits « récréatifs » pratiquent leur activité sur la route. Les athlètes licenciés en club, et participant à des compétitions, pratiquent sur route mais aussi sur piste (dont la matière est nommée Tartan®). Au cours de la pratique, il se peut aussi que l'athlète soit amené à courir sur herbe, sentiers forestiers, voire même sur sable.

### 3.3. Modes de pratique

Il existe différentes manières de courir/de s'entraîner : le footing, le fractionnée court (interval training), le fractionné long ou fartlek, la course en côtes.

# 4. ANALYSE BIOMECANIQUE DE LA COURSE

### 4.1. Qu'est-ce que la course ?

Pour Leboeuf elle est « caractérisée, contrairement à la marche, par une projection aérienne du corps en translation, consécutive à chacune des phases d'appui unipodal, et ne comporte donc pas de phase de double appui ». Selon lui, nous pouvons également parler d' « équilibre dynamique », que nous pouvons illustrer comme une succession de déséquilibres maîtrisés, rattrapés, permettant d'éviter la chute [12].

Le coureur ne se stabilise pas, il entretien son déséquilibre pour se propulser (Viel, 2000) [13].

Ce déséquilibre entretenu est la conséquence de forces extérieures auxquelles il est soumis. Ce sont majoritairement son poids (centre de masse ou de gravité (CG)) et la force de réaction au sol (Annexe II). Durant l'étude de la course, il faut tenir compte des paramètres propres à ces forces : les variations des vitesses horizontales/verticales et les déplacements verticaux/horizontaux pour le CG; et les composantes verticales/horizontales de la force de réaction au sol [12].

# 4.2. Biomécanique conventionnelle de la course

## 4.2.1. Caractéristiques d'un cycle et d'une foulée

Le cycle se caractérise par sa longueur, sa durée et peut être décomposé en deux foulées symétriques, droite et gauche, correspondant au passage de l'appui d'un pied sur l'autre [12].

La foulée se définie par la mesure sur le sol de la distance entre deux appuis successifs. Elle varie en fréquence et en amplitude, ce qui détermine les différents styles de course selon la morphologie du coureur et la vitesse de course. Elle comporte une phase d'appui et une phase de suspension [12].

# 4.2.2. Description des différentes phases de la course (Fig.1 Annexe III)

La première de ces phases, la phase d'appui, durerait selon Dufour/Pillu entre 20% et 40% du temps total [13]. Elle supporte environ entre 1,5 et 3 fois le poids du corps dans les 50 premières millisecondes [10]. On lui distingue trois moments successifs [14]:

- l'amortissement : instant t où le pied entre en contact avec le sol jusqu'à ce que la projection verticale du CG corresponde avec la verticale de l'appui.
- le soutien : le CG se trouve à l'aplomb de l'appui au sol.
- la poussée : débute avec le soutien et se termine lorsque le pied quitte le sol. Sa direction est la même que le sens de déplacement du coureur.

Au cours de cet appui, il faut aussi tenir compte de la force de réaction au sol et notamment de sa composante verticale. Elle se décompose en 2 pics [10, 12] :

- Un pic d'impact passif : il intervient dans les premières millisecondes de l'appui suite à la force d'impact produite lorsque le pied touche le sol. Le système musculaire n'est pas capable de changer son activité. Le coureur ne peut s'y opposer, les contraintes vont ainsi affecter les structures capsulo-ligamentaires.
- Un pic d'impact actif : l'activité musculaire reprend, en réaction à la force d'impact.

La seconde phase, celle de suspension, commence au moment où le pied de poussée quitte le sol et se termine quand ce même pied reprend l'appui.

### 4.2.3. Description des cycles de course

Les cycles se matérialisent avec les kinogrammes où nous observons les positions des membres inférieurs (MI) au cours de la course. Le trajet du pied en course est mis en évidence par la poulaine et permet de distinguer deux types de cycles (Fig.2 Annexe III) [12, 14].

# 4.2.3.1. Cycle arrière (Fig.3 Annexe III) [14]

Le pied attaque le sol avec le talon. Il décrit un mouvement d'arrière en avant et de haut en bas et se « plante » dans le sol. Le MI est fléchi lors du soutien. Il n'y a pas de résistance à la déformation. Le bassin est antéversé. Le tronc est en avant. La tête est en arrière pour tenir le regard à l'horizontale. La poussée est complète. Le MI est en triple extension. A la phase de suspensions, le genou balaye un secteur d'arrière en avant réparti également de part et d'autre d'un axe vertical qui passe par le bassin.

### 4.2.3.2. Cycle avant (Fig.3 Annexe III) [14]

Le pied attaque le sol avec l'avant (tête des métatarsiens). Il réalise un mouvement d'avant vers l'arrière (le griffé). Le membre est tendu avec un bassin haut et placé. Lors du soutien, le MI porteur est légèrement fléchi et résiste à la force d'impact. Nous retrouvons ici la notion de raideur. Le bassin est toujours en position haute et placé. La poussée est visuellement moins nette car la jambe n'est pas complètement dans le prolongement de la cuisse. A la phase de suspension, le secteur balayé par le genou est très en avant. C'est-à-dire que le segment libre revient plus loin et plus vite vers l'avant.

### 4.2.4. Appuis spécifiques du pied au sol

L'appui du pied au sol se fait de différentes façons dans le sens antéro-postérieur (Fig.1 Annexe IV) [8, 9, 12] :

- Appui arrière-pied (RFS: rearfoot strike): le contact avec le sol se fait avec le talon; 80% des coureurs.
- Appui médio-pied (MFS: midfoot strike): le pied arrive à plat sur le sol, il y a contact simultané des métatarses et du talon avec le sol; 15% des coureurs.
- Appui avant-pied (FFS: forefoot strike): il se fait avec la tête des métatarsiens et les orteils puis le talon descend lentement vers le sol; 5% des coureurs.

Les appuis varient en fonction de la discipline; c'est-à-dire de la distance, de la vitesse et du niveau de performance. En demi-fond (800m et 1 500m), d'après une observation, 27% attaqueraient arrière-pied, 42% médio-pied et 31 % avant-pied [8]. De plus, en fonction du type d'appui au sol, la composante verticale de la force de réaction au sol est différente (Fig. 2 Annexe IV) [9]. En effet, pour une attaque arrière-pied le pic passif est important au début de la phase d'appui. Alors que pour des attaques médio ou avant-pied le pic passif est faible voire même absent. Cela voudrait dire que l'appui est plus dynamique en FFS et MFS qu'en RFS et que les tissus mous subissent moins de contraintes par l'absence du pic passif. De plus, les forces exercées sont mieux réparties (Fig.3 Annexe IV).

L'attaque du sol est aussi influencée par le chaussage qui a un impact sur la biomécanique du coureur. Nous pourrions avoir tendance à dire que plus la chaussure est « minimaliste », plus il y a de chances que la pose de pied se fasse avec l'avant ou le médio-

pied. Et, à contrario, une chaussure « maximaliste » avec un amorti talonnier important, incite le coureur à attaquer le sol avec le talon [10]. Ainsi, il est important pour lui de faire le bon choix, celui qui correspond le plus à son schéma de course. Un changement brutal de ce schéma peut être dangereux. Néanmoins, tempérons notre interprétation, ce sont ici des tendances et nous le savons, dans la nature, il y a toujours des exceptions.

Pendant l'appui, la cheville bouge dans le plan transversal. Les mouvements se font dans l'articulation subtalaire notamment, où il va y avoir de la pronation et supination [12]. L'association de ces mouvements crée différents profils de coureurs. Pour les identifier, les positions de la jambe, de l'arrière-pied et du sol sont déterminés à partir de la mesure d'angles [12]. Ces angles présentent des variations qui permettent de différencier 3 profils : pronateur, supinateur, neutre (Fig.4 Annexe IV).

Le coureur pronateur écrase la partie interne de sa semelle et de sa voûte plantaire lors de l'appui. L'angle formé entre l'axe de la jambe et l'axe du contrefort de la chaussure est ouvert vers l'intérieur.

Le coureur supinateur écrase la partie externe de sa semelle et la partie latérale du pied. L'angle est ouvert vers l'extérieur.

Le coureur neutre présente un angle plat.

# 4.3. Système masse-ressort et énergie élastique

Le corps a plusieurs composantes élastiques qu'Hill a divisé en 3 parties : la composante musculaire série, parallèle et la composante contractile. Elles permettent d'emmagasiner l'énergie développée lors de la course pour ensuite la restituer afin de contribuer à la poursuite du mouvement [14].

Selon la loi de Starling, un muscle préalablement étiré (pré-activé) se raccourcit plus efficacement. Les structures musculo-tendineuses d'un coureur se comportent comme un ressort lors de l'appui au sol, emmagasinant ainsi de l'énergie pour ensuite la restituer [14]. Nous parlons de système masse-ressort pour décrire plus simplement la mécanique de course (Fig.1 Annexe V). Il regroupe les phénomènes neuromusculaires, tendineux et articulaires de la course. Le ressort symbolise le MI; et le point de masse, le poids du corps [10, 15].

A l'appui, une pression s'exerce sur le MI, l'énergie reçue entraîne l'ensemble du membre en triple flexion. Or, un ressort mou et trop comprimé n'est pas efficace. Pour ne pas s'affaisser et dissiper l'énergie, le coureur sollicite son appareil extenseur par contraction excentrique (muscles fessiers, quadriceps+++, triceps sural). Cela créé une mise en tension des structures élastiques et donc une accumulation d'énergie élastique. Nous parlons de « dureté » ou encore de raideur du MI. [14].

Après cette mise en tension, pour être efficace, l'énergie accumulée doit être renvoyée le plus rapidement possible, c'est-à-dire en passant peu de temps au sol [14]. La raideur du MI est donc augmentée pour diminuer le temps de contact au sol. Ainsi, il y a diminution du déplacement vertical du CG. Bien entendu, ces éléments sont tous en lien avec la fréquence de la foulée, qui, en augmentant, diminue le temps de contact au sol [10].

Pendant la course, il y a une succession de pré-activations musculaires entre la chaîne musculaire d'extension (CME: muscles fessiers, quadriceps, triceps sural, fléchisseurs des orteils) et de flexion (CMF: muscles ilio-psoas, ischio-jambiers, tibial antérieur, extenseurs des orteils) des MI. De plus, suite à un étirement, il y a contraction, et une contraction excentrique succède à une contraction concentrique. C'est ce que l'on nomme la pliométrie. Notons aussi, que lorsque les muscles agonistes travaillent en mode concentrique, les antagonistes travaillent en mode excentrique. Prenons exemple sur le MI droit.

La phase d'appui pré-active la CME du MI droit qui travaille en excentrique, puis il y a renvoi automatique de l'énergie mécanique associé à la contraction volontaire. Cela s'illustre par une triple extension et un travail musculaire en mode concentrique. Ensuite, il y a mise en tension de la CMF du MI droit par un travail excentrique en réaction à la triple extension. Lorsque le pied droit quitte le sol, il y a mise en tension de la CME du MI gauche. Par une flexion dorsale de cheville gauche, la tension s'accentue. Cette pré-activation permet un retour rapide en arrière du MI gauche à l'attaque du pied au sol tel un mouvement de « griffé ». Cela initie la propulsion du coureur vers l'avant. Puis, le MI droit revient en avant par l'inertie accumulée lors de la pré-activation de la CMF, en plus du retour en arrière du MI gauche et de l'action volontaire sollicitant la CMF en concentrique [10, 14].

### 4.3.1. Modélisation avec le tendon d'Achille

L'un des principaux « ressorts » utilisés lors de la course est le tendon d'Achille (Fig.2 Annexe V). Il est capable de s'étirer de 6% par rapport à sa longueur d'origine et de restituer 90% de l'énergie emmagasinée. De plus, par le biais de l'entraînement un coureur peut améliorer les propriétés élastiques de ses structures musculo-tendineuses [14].

Ce « ressort » est efficace quand le coureur attaque le sol par l'avant-pied. Cet appui créé un bras de levier agissant sur la mise en tension du tendon d'Achille. Une attaque par le talon ne permet aucun bras de levier puisque le contact se fait avec une structure osseuse et l'énergie se dissipe sous forme d'ondes de choc [14].

### 4.3.2. La voûte plantaire

Les structures passives sont de type capsulo-ligamentaire. Les structures actives, quant à elles, sont constituées des muscles intrinsèques du pied, qui sont tous plantaires excepté le court extenseur des orteils ; et des muscles extrinsèques du pied issus de la jambe, qui sont, eux, plantaires et dorsaux. Cet ensemble de structures permet par l'extension des orteils, et notamment celle de l'hallux, une mise en tension de la voûte plantaire. Une griffe des orteils, va elle, permettre de la creuser. Les éléments passifs comme l'aponévrose plantaire empêchent son affaissement. L'arche médiale de la voûte plantaire joue un rôle majeur dans l'absorption et la répartition des contraintes [15].

La voûte plantaire joue donc un rôle primordial dans le système masse-ressort par sa mise en tension. De plus, comme nous l'avons expliqué, lors de l'attaque avec l'avant-pied, la tension est plus importante que pour une attaque avec l'arrière-pied. L'athlète réalise également une hyper-extension des orteils, creusant la voûte plantaire, ce qui favorise l'allongement de l'arche longitudinale (arche interne) du pied. Cela créé un bras de levier à partir duquel le tendon d'Achille se met lui aussi en tension [10, 13, 14].

# 4.4. Rôle du complexe lombo-pelvi-fémoral

La ceinture pelvienne doit être stable pour permettre un mouvement efficace des MI. Comparé à la marche, le bassin est basculé en avant afin d'augmenter la longueur de la foulée.

Pour pouvoir tenir son bassin, le coureur doit disposer de très bons muscles moyens fessiers assurant une stabilité latérale à la phase d'appui. Il faut également une bonne ceinture abdominale et nous pourrions même dire caisson abdominal ; celui-ci ayant comme rôle de contrôler l'antéversion du bassin, qui s'accentue à la fin de la phase de propulsion.

Un bon caisson abdominal favorise l'absorption des forces d'impacts et la stabilité nécessaire à l'efficacité du geste technique de la course. Il permettra également de transmettre au mieux les forces aux MI. De plus, un bon muscle transverse favorisera l'expiration lors du cycle respiratoire [6, 10].

### 4.5. Les membres supérieurs

Les membres supérieurs (MS) vont stabiliser le coureur, lui permettre de s'alléger et de donner de l'élan. En effet, le mouvement de balancement des MS, en opposition avec les MI, permet d'atténuer les torsions des ceintures et le tronc reste ainsi aligné. Avec la vélocité induite par la course, le gainage du tronc permet de maintenir une foulée efficace [10].

# 4.6. Conséquences de la fatigue sur la biomécanique de course

### 4.6.1. Modifications du cycle de course

Fourchet présente dans une étude, que les modifications biomécaniques et les adaptations des coureurs au cours de l'effort, sont différentes chez les jeunes athlètes et chez les adultes [15]. Voici une synthèse des résultats :

Tableau I: Adaptations biomécaniques à la fatigue chez les coureurs.

	Jeune coureur	Coureur adulte
Fréquence foulée	Non modifiée	Diminuée
Longueur de foulée	Non modifiée	Augmentée
Raideur verticale	Non modifiée	Diminuée
Raideur du membre en appui	Diminuée	Augmentée
Force verticale de réaction au sol	Augmentée	Diminuée

Hunter et Smith (2007) ont démontré d'autres adaptations biomécaniques. En effet, dans leur étude, après une heure de course sur tapis, la fréquence a diminué de 1% à 2% pour

le groupe étudié mais individuellement, la diminution observée concerne uniquement la moitié de celui-ci [16].

Il y a dans la littérature de nombreuses études qui ont constaté des adaptations autres. De par la différence entre les échantillons, entre les tests de fatigue réalisés et les paramètres mesurés, les comparaisons sont difficiles à faire. Mais il en ressort néanmoins que chaque individu réagit différemment à la fatigue selon son propre schéma biomécanique.

# 4.6.2. Effets de la fatigue sur le complexe pied-cheville

Au cours de l'effort de course, les fléchisseurs plantaires et dorsaux de la cheville sont extrêmement sollicités. Avec l'apparition de la fatigue, les structures actives perdent en efficacité et l'arche interne accentue sa déformation lors de l'appui au sol.

Fourchet a étudié la force ainsi que la fatigabilité de ces groupes musculaires chez de jeunes coureurs. Il a constaté que les résultats sont en concordance avec une étude ayant fait les mêmes mesures chez l'adultes. Les fléchisseurs plantaires ont une résistance à la fatigue réduite en état de fatigue, contrairement aux fléchisseurs dorsaux [15]. Lauzon citant Mizrahi et al., 2000, parle de « débalancement » musculaire suite à la fatigue [10].

La perte de force du triceps sural, ainsi que celle des autres structures actives, augmenterait la pronation du pied à l'appui et diminuerait l'effet « poutre-composite » de la musculature postérieure et plantaire mettant en jeu les muscles intrinsèques et extrinsèques du pied. Il y a ainsi un déséquilibre entre fléchisseurs dorsaux et plantaires, une arche interne plus déformable, engendrant une hyper-pronation et une baisse de la hauteur de l'arche [15].

Il s'observe également une attaque par le talon et donc une cheville en flexion dorsale. Ceux attaquant avec l'avant-pied ou le médio-pied, sollicitent de manière excentrique la musculature postérieure de la jambe et du pied. Avec la fatigue, ils changent leurs appuis pour éviter d'accroître la fatigue musculaire [10].

# 4.6.3. Effets de la fatigue sur le genou et la hanche

D'après Hanon qui cite Sprague et Mann (1983), le niveau d'expertise influencerait les modifications biomécaniques de course. Chez les novices, la dégradation serait plus

importante que chez les coureurs experts. Elle se manifeste par une flexion de hanche diminuée et une extension de genou augmentée avant l'appui, puis d'une diminution de l'extension de hanche lors de l'appui. Enfin, la flexion plantaire et l'extension de hanche sont accentuées à la phase de poussée [17].

Selon Mizrahi et al., 2000, cité par Lauzon, avant l'appui du pied au sol, le genou a une extension diminuée et, à l'appui, il parcourt un angle de flexion moins important [10]. D'autres avancent, d'après Hunter et Smith (2007) citant Noakes (2000), que le travail excentrique réduit la capacité du muscle à se contracter et induit une flexion de genou plus importante [16].

Nous constatons à nouveau que les résultats d'études ne font pas consensus et que les athlètes ont des réactions différentes à la fatigue.

### 5. PHATOLOGIES ET EPIDEMIOLOGIES EN COURSE

### 5.1. Définition de la blessure

Selon un consensus, la blessure est définie comme « toute plainte musculo-squelettique nouvellement engendrée par une compétition et/ou un entraînement (durant une période compétition), qui nécessite une attention médicale indépendamment des conséquences à l'égard de l'absence de l'athlète des compétitions ou des entraînements » [1, 4, 18].

Elle se décrit selon sa localisation anatomique, son type ou selon le diagnostic lésionnel, selon sa cause et selon l'estimation de la durée de l'arrêt sportif en jours [4]. Il s'en dégage différents aspects ; en effet, il y a la blessure nécessitant des soins médicaux, la blessure récidivante ou nouvelle, la blessure survenant à l'entraînement ou en compétition et la blessure au cours d'un championnat (compétition et entrainement inclus) [2, 4, 5].

# 5.2. Epidémiologie des blessures en athlétisme et course à pied

Dans l'annexe VI, nous avons un aperçu en quelques chiffres de l'incidence des blessures chez les coureurs de fond et de demi-fond.

Nous constatons que les chiffres forment une fourchette assez large allant de 15,8%, pour la plus faible incidence, à 85% pour la plus forte. Ils concernent aussi bien des athlètes

amateurs que professionnels, mais leur comparaison est tout de même difficile à réaliser. En effet, les études divergent par leur définition de la blessure, par leurs échantillons et leur méthodologie d'analyse.

Notons également que Feddermann-Demont N, et al., ont regroupé et analysé des études portant sur 13 championnats d'athlétisme entre 2007 et 2012. Il en ressort une incidence de 71.5 blessures pour 1000 athlètes en compétition en demi-fond et 77.6 pour 1000 en fond, tous championnats confondus. L'incidence des blessures est également plus faible en salle qu'en extérieur [5].

### 5.3. Pathologies spécifiques du coureur

Nous constatons, grâce à la littérature, que les pathologies affectant les coureurs, et de manière générale l'athlétisme, concernent en grande majorité les MI [4-6, 19]. En fond et demi-fond, les blessures sont plutôt de type micro-traumatique et il y a surtout un risque de développer des pathologies chroniques (contrairement au sprint qui est plutôt sujet à des pathologies aigues et macro-traumatiques) [4,6]. Nous parlons d' « overuse », c'est-à-dire de blessures de sur-sollicitations des structures musculo-squelettiques.

# 5.3.1. Localisation des pathologies en course à pied

Voici une vue d'ensemble des zones anatomiques les plus touchées [20] :

Tableau II: Incidence de la localisation des pathologies en course à pied.

Localisation	Genou	Jambe	Pied	Cuisse	Cheville	Hanche/Bassin
Incidence en %	7,2-50,0	9,0-32,2	5,7-39,3	3,4-38,1	3,9-16,6	3,3-11,5

Ces chiffres sont en accord avec les résultats que trouvent Taunton et al dans des études prospective ou rétrospective ainsi que Lun et al. [19, 21, 22] ; tout comme le fait que le genou est le site le plus touché en termes de blessures chez les coureurs [4, 6, 19-21, 23-26].

### 5.3.2. Types de pathologie

Dans l'annexe VII (Tableau I), nous présentons un résumé des pathologies en lien avec la course à pied que nous avons retrouvé dans la littérature. Nous procédons par zone anatomique, de la plus touchée à la moins touchée. Nous complétons l'exposition avec un tableau (Tableau II) tiré d'une thèse [9], où il nous est donné l'incidence des pathologies les plus courantes, ainsi qu'une définition de chacune. Il en ressort 10 pathologies courantes qui sont : la tendinite rotulienne, la périostite tibiale, la tendinite d'Achille, la fasciite plantaire, le syndrome de la bandelette ilio-tibiale, la tendinite du moyen fessier, la fracture de fatigue (tibia), la tendinite de la patte d'oie, le syndrome fémoro-patellaire (SFP) et la lombalgie.

Nous pouvons y ajouter, bien sûr, toute lésion musculaire des MI : courbature, crampe, contracture, élongation, déchirure, rupture.

# 6. FACTEURS DE RISQUE ET MECANISMES DES BLESSURES

Parmi les facteurs de risque (FDR) des blessures, il se dégage les intrinsèques et les extrinsèques.

### 6.1. Facteurs intrinsèques

### 6.1.1. Age

L'âge est un facteur dont les résultats d'études ne sont pas uniformes. En effet, certaines études avancent qu'il y a une augmentation significative des blessures avec l'âge (D'Souza, 1994) [1, 10, 20, 27]. D'autres disent qu'avec l'âge il y a moins de blessures car l'athlète est plus à l'écoute de son corps, a plus d'expérience et de meilleures connaissances. Mais ceci peut être réfuté par le fait que dans les études, le taux de blessures diminue avec l'âge car seuls les coureurs non blessés continuent à courir [10, 21].

### 6.1.2. Sexe

Le genre peut être considéré comme un FDR, mais aussi comme non influant en fonction des études. De plus, selon les pathologies, la prévalence des blessures semble être différente chez l'homme et la femme [1, 7, 10, 19, 20, 27].

### 6.1.3. Indice de masse corporel

L'indice de masse corporel (IMC) présente également des conclusions différentes en fonction des études. Van Gent et al., ont des preuves limitées qu'un IMC > 26kg/m² est un facteur de protection [20]. Alors que Taunton et al., 2002, annoncent qu'un IMC < 21kg/m² pour une femme est un FDR de fracture de stress tibial [19]. De plus, Taunton et al., 2003, annoncent qu'un IMC élevé est un facteur de protection chez l'homme ; mais selon Marti et al. cité par Taunton, un IMC < 19,5kg/m² et > 27kg/m² représente un plus grand risque de blessure [21]. Pour Macera et al. et Walter et al. cité par Taunton, il n'y a pas de lien d'après leurs études [21]. Pour Malisoux et al., un coureur ayant un IMC < 25kg/m² et un faible volume hebdomadaire est vulnérable. Néanmoins, ils admettent que ces observations sont difficiles à expliquer. Mais, selon leur étude, la charge d'entraînement qu'un coureur est capable de supporter est influencée par l'IMC [28].

### 6.1.4. Facteurs anatomiques

Des études se sont intéressées à la mesure de l'angle Q, l'observation d'un genou et/ou d'un calanéum en varus ou valgus, à un récurvatum de genou, à la hauteur de l'arche interne du pied, à l'antéversion du col fémoral, à une patella alta, à une torsion tibiale ou encore à la longueur des MI [10, 19-22, 29]. Certaines ont obtenu des résultats non significatifs ou des preuves limitées, et d'autres annoncent même qu'il n'y a pas d'association entre ces éléments et les blessures [10, 22]. Lun et al., ont des résultats montrant qu'il n'y a pas de lien entre la mesure de l'alignement statique des MI et les blessures chez les coureurs récréatifs [22].

Pour d'autres, la répercussion des facteurs anatomiques serait spécifique à chaque pathologie [10]. Pour exemple, selon Taunton et al., 2003, qui cite Krivickas, un pied creux serait associé avec une fascite plantaire et une fracture de stress; Kvist, qu'une arche creuse est en lien avec une tendinite d'Achille et Wen et al., qu'une hauteur anormale de l'arche interne est en lien avec une blessure au tibia et aux ischio-jambiers [21]. Cependant restons prudent avec ces informations dont les résultats ne sont pas significatifs. Nous pouvons aussi émettre des suppositions sur les FDR des pathologies; par exemple, le SFP avec une adduction et rotation interne de hanche trop importantes associées à un valgus.

Du fait des résultats non homogènes dans la littérature, nous ne pouvons pas tirer de conclusions, ni faire un consensus sur les liens éventuels entre les facteurs anatomiques et les pathologies. Des études spécifiques sont encore nécessaires.

### 6.1.5. Niveau d'expérience

Il semblerait que le niveau d'expérience soit un FDR lorsqu'il est faible. D'après Boivin qui cite Nielsen et al., 2012, c'est un déterminant important et qui s'explique par le fait qu'un athlète expérimenté connait davantage son seuil de blessure qu'un novice [10]. Taunton et al., 2003 citant Macera et al. et Marti et al. annoncent également qu'un coureur expérimenté a moins de risque de blessure. Il en est de même pour Van Mechelen cité encore une fois par Taunton et al., 2003 [21]. Nous pouvons y intégrer les croyances acquises par les coureurs quant aux pratiques d'entrainement. D'après une récente étude, les coureurs pensent que la non-pratique des étirements avant ou après l'effort est un FDR [30].

### 6.1.6. Type d'attaque au sol

Boivin, en citant Daoud et al., 2012 et Lieberman, 2012, dit qu'une attaque par le talon pourrait augmenter le risque de blessure. Elle met en avant, d'après l'étude de Daoud et al., 2012, que les athlètes attaquant avec le talon ont 2,6 fois plus de risque d'avoir une blessure légère et 2,4 fois plus une blessure modérée, en comparatif avec ceux attaquant avec l'avant-pied [10]. De plus, la supination et l'hyper-pronation seraient en lien avec des blessures de surutilisation d'après Lauzon citant Richard et al, 2008 [10]. Hreljac (2000) dit que les forces d'impact au sol sont un FDR lorsqu'elles sont élevées [31]. Celles-ci sont conditionnées par le type d'attaque au sol et diminuent avec l'augmentation de la fréquence de foulée.

### 6.1.7. Antécédents de blessures

L'antécédent de blessure est sûrement un des FDR les plus documenté dans la littérature. Il existe même un consensus disant « qu'une ou plusieurs blessures antérieures, survenue à la course ou non, augmentent le risque de subir une autre blessure associée à la course à pied » [10]. Van Gent et al., 2007, par leur revue systématique, confirment cette idée [20], tout comme deux études de Saragiotto et al., 2014, dont une revue systématique [7, 29].

Taunton et al., 2002 et 2003, Hespanhol Junior et al., Edouard et Alonso 2013 ainsi que Edouard et al., 2011 ont des conclusions communes [4, 6, 19, 21, 25].

Mais, nous devons tout de même être prudents car selon Macera et al. cité par Taunton et al., 2003 mais aussi selon Buist et al., 2010 cité par Boivin, un coureur pourrait se blesser soit parce qu'il n'a pas suffisamment récupéré de sa blessure initiale, soit parce qu'il a une prédisposition personnelle ou un trouble biomécanique non corrigé [10, 21].

Hespanhol Junior parle d'adaptation biomécanique sur-sollicitant des zones anatomiques qui n'en ont pas l'habitude, et ainsi, il y a une exposition plus importante à la survenue d'une blessure [25]. Malisoux et al., disent aussi qu'un antécédent de blessure influence la charge d'entrainement tolérée par un coureur [28].

### 6.2. Facteurs extrinsèques

### 6.2.1. Fréquence d'entraînement hebdomadaire

Celle-ci joue un rôle important dans l'incidence des blessures. Pour Taunton et al., 2003, une pratique d'une fois par semaine représente un risque [21]. Le stress imposé aux tissus n'est pas assez conséquent pour que ceux-ci s'adaptent. Mais une fréquence trop élevée représente également un risque puisque le temps de récupération tissulaire est diminué [10]. Pour Saragiotto et al., une fréquence entre 3 et 7 fois/semaine est un FDR pour les hommes et 7 fois/semaine ou plus est un FDR pour les femmes [29]. Boivin déclare que selon les écrits, la fréquence idéale serait une pratique comprise entre 2 et 5 fois/semaine [10].

### 6.2.2. Distance parcourue par semaine

Elle est en lien direct avec la fréquence d'entrainement par semaine. Pour Saragiotto et al. et Van Gent et al., une distance supérieure à 64km/semaine est un FDR [20, 29]. Hreljac écrit lui que c'est l'augmentation rapide de la distance hebdomadaire qui est un FDR [31]. Rochcongar évoque en citant Walter, une augmentation du risque à partir de 30km/semaine avec un deuxième seuil à 65km, et de 40km/semaine pour sa propre enquête [23]. Il faut savoir en plus de cela, que l'incidence pour 1000 heures est plus faible chez les coureurs compétitifs que chez les coureurs récréatifs [10].

Dans tous les cas, il faut garder à l'esprit que le corps s'adapte aux contraintes et au stress mécanique que la course ou toute autre activité lui impose dans la mesure où le seuil de tolérance des tissus n'est pas dépassé. Ce seuil est différent pour chaque personne. C'est pourquoi, pour certains athlètes une distance de 64/km semaine ne sera pas un FDR et pour d'autres 30km/semaine sera un FDR. A ce jour, il est conseillé d'augmenter la distance de 10%/semaine [32]. Il est important d'être progressif, notamment pour les coureurs récréatifs qui sont plus exposés à l'apparition de pathologies (SFP, tendinite patellaire, syndrome de la bandelette ilio-tibiale, etc...) [32].

### 6.2.3. Equipement utilisé

L'usure des chaussures a été étudiée par Rochcongar, qui annonce qu'à partir de 2000km parcourus avec les mêmes chaussures, le risque de blessure est important [23]. Pour Van Gent et al., et Taunton et al., 2003, une paire ayant entre 4 et 6 mois représente un facteur de protection chez l'homme mais un FDR chez la femme [20, 21]. Pour une interprétation objective, il aurait fallu avoir connaissance des paramètres d'entrainements retenus.

Parmi les différents types de chaussages possibles, Saragiotto et al., 2014, rapportent une étude dont les résultats disent qu'il n'y a aucune preuve que l'adaptation des chaussures au type de pied est efficace pour réduire le risque de blessure [30]. Blanché soutient cela en disant, d'après la littérature, que la prescription des chaussures n'entre pas dans la démarche d'Evidence-Based Medicine [9]. Mais, cela ne signifie pas pour autant qu'il ne faut pas tenir compte des modifications biomécaniques pouvant être apportées. Notamment, lors d'une transition du « maximalisme » vers le « minimalisme ».

Un mot sur le port d'orthèses (semelle orthopédique). Dans l'étude de Lun et al., plus d'athlètes du groupe blessés avaient une orthèse que dans le groupe contrôle de non-blessés [22]. Cependant, nous ne savons pas si les athlètes portaient l'orthèse avant de se blesser ou justement pour traiter une blessure.

Rajoutons aussi, qu'il n'y a aucun consensus aujourd'hui, ni aucune identification claire de l'impact du chaussage sur les mécanismes de blessures.

### 6.2.4. Surface de course

Les surfaces de pratique de la course sont variées et malgré cela, selon Boivin, ce sont des FDR de blessures peu probables. Le corps humain a une capacité d'adaptation rapide aux différentes surfaces de course [10]. De plus, Taunton et al., 2003, n'ont pas de résultats significatifs concernant l'impact de la surface sur l'incidence des blessures ; tout comme Van Gent [20, 21]. Pourtant, certaines peuvent être plus traumatisantes que d'autres d'un point de vue des contraintes biomécaniques qu'elles engendrent, et d'autres plus coûteuses en énergie.

### 6.2.5. Hygiène de vie

Van Gent parle de FDR lorsqu'il y a consommation d'alcool ou de tabac, et Saragiotto et al., mettent en avant une nutrition inadaptée à la pratique sportive [7, 20]. Ces paramètres sont moins abordés et étudiés dans la littérature, mais, nous pouvons aisément déduire, en tant que professionnel de santé, qu'ils représentent des FDR.

### 6.2.6. Cadre d'entraînement

Le cadre d'entrainement peut influencer positivement ou négativement l'état physique et psychique de l'athlète. Rappelons que sur une saison, la plupart des blessures surviennent à l'entrainement [1-4]. Plusieurs paramètres y participent.

Le sur-entraînement est très souvent présenté comme un FDR important, tout comme la durée d'une session d'entraînement, ce qui se met en lien avec l'intensité de l'effort [1, 6, 7, 19, 29]. D'ailleurs, une étude a montré que les coureurs pensent que le non-respect des limites de leur corps est un FDR [30]. En augmentant précocement le volume et la fréquence d'entraînement, l'athlète peut se retrouver exposé à un fort risque de blessures. L'entrainement en fractionné (interval training) apparaît comme préventif [31]. L'absence d'entraineur représente un FDR d'après D'Souza [27], et une technique inadaptée est aussi présentée comme un FDR [6, 7].

## 6.2.7. Cadre de compétition

Les pathologies et risques d'exposition varient suivant la durée de la compétition et l'environnement « indoor » ou « outdoor » [33]. En salle, l'incidence des blessures est plus

faible qu'en plein air de par la surface et la durée de la compétition; mais les chiffres sont aussi abaissés par des épreuves combinés plus courtes et l'absence de disciplines à haut risque de blessures tel que le marathon [5]. Les pathologies contractées en « indoor » seraient dues à des facteurs extrinsèques comme la taille de la piste, l'inclinaison des virages et les tactiques de course qui sont différentes du plein air de par les contraintes de la piste [33].

Lors d'une compétition, l'intensité de l'effort est importante, et plus l'enjeu est grand, plus l'intensité est élevée, ce qui expose à un risque accru de blessures. La compétitivité joue donc un rôle important [3, 5].

### 6.3. Mécanismes de blessures

Aujourd'hui, il est clair qu'il n'y pas de mécanismes spécifiques de blessures identifiés. Nous constatons qu'une blessure survient à cause de plusieurs FDR que le coureur présente (Annexe VIII). Celui-ci, a une biomécanique de course qui lui est propre. Une association de FDR peut influencer son schéma de course mais peut également être la cause d'un changement de ce même schéma. Cette association de FDR intrinsèques et extrinsèques conditionne donc la biomécanique du coureur. Une chose qui sera vraie pour un athlète, ne le sera peut-être pas pour un autre. C'est pourquoi, nous comprenons aisément qu'il est très difficile d'identifier isolément des mécanismes de blessures, qui sont en fait, propres à chacun. De plus, là aussi, il y a dans la littérature des divergences entre les conclusions des études portant sur les FDR.

### 7. PREVENTION EXISTANTE

Des études et livrets ont déjà été réalisés sur la prévention des blessures des ischiojambiers ou encore sur la pratique des étirements, et des sites internet existent. D'autres études ont également abouti à des modifications du règlement des compétitions et à la modification de la formation des officiels de terrain pour la prévention des blessures graves. De plus, il existe une médicalisation des compétitions de haut niveau (national et international), mais dans les niveaux inférieurs, cela est très peu développé. Il a également été suggéré de réfléchir au suivi des athlètes au sein des clubs, par la création d'une structure de suivi médical les accompagnant ainsi durant les périodes d'entrainement [4].

# 8. LIVRET DE PREVENTION : COMMENT, POUR QUI ET POURQUOI ?

Selon l'article 13, abrogé par Décret 2004-802 2004-07-29 art. 5 A JORF 8 août 2004, le masseur-kinésithérapeute (M-K) « participe à différentes actions d'éducation, de prévention, de dépistage, de formation et d'encadrement ». Parmi ces actions « la pratique de la gymnastique hygiénique, d'entretien ou préventive » [34]. La prévention fait donc pleinement partie de nos compétences.

Nous avons souhaité, à travers une présentation de la biomécanique de la course à pied, des pathologies rencontrées chez les coureurs et des facteurs de risques identifiés dans la littérature, essayer de comprendre les mécanismes de blessures et les caractéristiques de ce sport. Ceci dans l'intérêt d'être en capacité, d'un point de vue masso-kinésithérapique, de proposer un livret de prévention aux athlètes.

Ce livret est destiné aux athlètes amateurs qui ne disposent d'aucun encadrement dans leur pratique, ainsi qu'aux athlètes un peu plus confirmés désirant compléter leur entrainement. L'objectif est aussi de « casser » certaines idées reçues qui engendrent des erreurs de pratiques et exposent à des risques de blessures. Mais nous pouvons aussi le diffuser auprès des entraineurs d'athlétisme afin de leur apporter également des notions de prévention. Les M-K libéraux peuvent également être concernés ; en le distribuant à leurs patients sportifs pour une auto-prise en charge, voire même un suivi régulier.

Ce livret pourrait permettre de faire le lien entre les M-K, les entraineurs et l'athlète. Il représente une trace écrite des conseils et informations orales qu'un entraineur ou un M-K peuvent apporter. Mais c'est aussi un support d'auto-entrainement en donnant un panel d'exercices variés à l'athlète qui pourra, soit grâce à son imagination, soit sous conseils d'un entraineur qualifié ou d'un M-K, les faire évoluer selon sa progression.

Pour réaliser ce livret, nous nous sommes aidés du document fourni par la Haute Autorité de Santé datant de Juin 2008 : « Élaboration d'un document écrit d'information à l'intention des patients et des usagers du système de santé » [35]. Nous avons rencontré des difficultés dans la réalisation des photos. En effet, certains exercices de gammes ou coordination sont difficiles à illustrer de manière compréhensible pour quelqu'un qui ne l'a jamais vu faire dans la réalité et nous ne voulions pas surcharger le livret de texte. Nous avons

choisi d'apporter des consignes de bonnes exécutions de l'exercice en insistant sur les motsclés. La couleur bleue a été choisie pour attirer l'œil du lecteur sur les points essentiels des consignes données. La couleur rouge a elle été utilisée dans le but d'alerter le pratiquant sur les différents points auxquels il se doit d'être vigilant. Nous avons regroupé les exercices par famille : renforcement musculaire, assouplissement, etc... mais certains peuvent se situer dans plusieurs puisque sollicitant différentes qualités en même temps. La difficulté réside également dans le fait de proposer des exercices qui demandent pas ou peu de matériel, accessibles à un large public mais que l'on puisse faire évoluer un minimum pour éviter l'ennui et la stagnation.

### 9. DEFINITION ET INTÊRETS DE LA PPG

### 9.1. Intérêts de la PPG dans la littérature

L'abréviation PPG signifie « préparation physique généralisée ». D'après Platonov, que Pradet a repris, « c'est le développement et l'harmonisation des qualités physiques » [36]. Pour Gacon, nous parlons de renforcement musculaire général [36].

Elle consiste à travailler les points faibles de l'athlète et pas forcément les qualités innées de celui-ci qui lui permettent de réaliser son activité. Pour Marajo, « elle permet de développer la condition physique générale, la coordination, la technique, la souplesse, le relâchement, la force et le renforcement spécifique (tendineux et musculaire) » [36].

### 9.2. Intérêts de la PPG pour les entraineurs

La PPG a plusieurs buts pour les entraîneurs. D'après Marajo, elle a pour buts « d'améliorer le potentiel physique, soulager les articulations, augmenter le relâchement ». Pour eux, elle permet le développement de l'aptitude à supporter de grosses charges de travail ; la correction de déficits (souplesse, force, coordination). Ainsi, elle a pour objectif de participer à la progression de l'athlète dans sa spécialité [36].

### 9.3. Intérêts de la PPG pour les M-K

Pour nous, M-K, la PPG est vue comme un moyen de prévenir et corriger des déficits, et par conséquent de minimiser le risque de blessures. Notre expertise en tant que thérapeute sera sensible aux déficits de force et d'extensibilité musculaire, mais aussi aux qualités

proprioceptives du coureur. Nous serons également attentifs aux habitudes que nous décrit le coureur, notamment sur sa pratique courante, sa manière de s'échauffer et de récupérer.

De plus, à travers la PPG, nous augmentons de manière globale la capacité des tissus musculo-squelettiques de l'athlète à supporter le stress mécanique auxquels ils sont soumis. Nous pouvons imaginer que l'amélioration des qualités techniques, proprioceptives, musculaires, d'équilibration et de souplesse ne peut que rendre l'athlète meilleur et moins sensible à la survenue de pathologies liées à la course.

# 9.4. Quel type de PPG pourrions-nous proposer en tant que M-K?

Comme le suggère certains auteurs, afin du lutter contre la sur-sollicitation musculosquelettique, la prévention peut s'axer sur les champs suivants : renforcement musculaire, assouplissement, équilibre et proprioception, optimiser la maîtrise technique. [1, 6, 7] A cela, nous souhaitons ajouter des conseils de bonnes pratiques sportives, concernant notamment la récupération, l'hygiène de vie, le choix du matériel et les conditions d'entrainement [7]. Nous complétons le tout d'informations portant sur les idées reçues [30].

# 9.4.1. Approches d'exercices et stratégies préventives9.4.1.1. Assouplissements

Les débats sont controversés quant au mode de pratique des étirements. Néanmoins, ils ont une place importante dans la pratique sportive et le quotidien de tout sportif.

Des études mettent en évidence que les étirements passifs et/ou statiques à visée de gain d'amplitudes et de souplesse doivent se faire à distance des entrainements [11, 37]. Dubois annonce que les étirements ne préviennent pas des courbatures et n'améliorent pas la récupération. A distance, ils ont une influence positive ou neutre sur la performance et une influence positive sur l'incidence des blessures [11].

Selon une revue de littérature de Barrué-Belou [37], les étirements passifs et/ou statiques à court terme diminueraient les performances; les actifs pourraient moins les affecter ou n'avoir aucun effet; voire même selon certains, les augmenter. Il apparaît donc qu'il est non conseillé de réaliser des étirements passifs avant un effort, d'autant plus qu'il n'y a pas d'incidence sur la réduction du risque de blessure [37-39]. De plus, d'après la mise à

jour sur les étirements faite par Prévost, les réaliser en post-effort risque d'augmenter les lésions musculaires causées par la pratique, et donc de rallonger le temps de récupération des capacités initiales [38]. Notamment après un travail excentrique du muscle qui est identifié comme créant de fortes tensions et lésions musculaires.

A long terme, des séances régulières permettent d'augmenter et de maintenir le gain de mobilité articulaire, mais également d'augmenter les moments de force maximale du muscle et la production du travail musculaire [38]. La restitution de l'énergie élastique est améliorée et les tensions appliquées aux muscles sont diminuées grâce à une meilleure compliance [38].

Sur la base de ces études ainsi que sur ce que Cometti écrit après avoir étudié la littérature [39], nous déconseillerons, à ce jour, de pratiquer des étirements passifs avant un effort dans un souci de performance; par contre, les actifs ne peuvent pas être contre-indiqués. Selon Cometti, l'alternance des contractions agonistes/antagonistes suffit à étirer naturellement le muscle concerné [39]. Après l'effort, si celui-ci représente un fort risque de développer des courbatures, nous déconseillerons les étirements. Attendre un délai de 36h à 48h pour s'étirer est préférable, et faire les derniers étirements 12h minimum avant la compétition est aussi conseillé [38]. Les étirements pratiqués durant l'entraînement doivent être considérés comme partie intégrante de la séance et non comme technique de récupération.

Nous devons toutefois rester vigilants et s'informer sur les dernières études. Partager notre expérience avec les athlètes et les autres professionnels du sport est important pour se faire un avis. Nous devons également respecter les habitudes des athlètes et leur ressenti.

# 9.4.1.2. Renforcement musculaire (Fig.1 et 2 Annexe IX)

Le renforcement musculaire va permettre à l'athlète d'améliorer sa performance, sa tolérance et son endurance à l'effort. Il aura de meilleures capacités contractiles et sera moins sensible à la fatigue. Selon Hanon, le niveau d'activité musculaire dépendrait du niveau d'expertise. Les plus experts ont un niveau général d'activité musculaire plus faible et donc s'économisent mieux que les débutants [17]. Ces progrès vont être associés à du travail technique afin d'optimiser la maîtrise du geste « juste » lors de l'apparition de la fatigue.

Nous nous intéressons notamment au caisson abdominal, dont nous avons pu voir l'intérêt dans la transmission des forces et la tenue du bassin et du tronc pour maintenir une

foulée efficiente. Il peut être travaillé par le biais d'exercices de gainages latéraux, dorsaux et ventraux adaptés au niveau de chacun (surface dure ou déstabilisante par exemple).

Les MI, eux, sont travaillés en modes de contraction excentrique, concentrique, isométrique, mais aussi en pliométrie, reproduisant ainsi leur travail naturel lors de la course. Nous veillerons toujours à ce que les athlètes travaillent dans les axes physiologiques du corps : ne pas exagérer un valgus de genou lors d'exercices de squat par exemple.

Pour les muscles de la CME, comme le suggère Fourchet [15], un travail important est à faire au niveau du pied afin d'optimiser la foulée et l'appui. Il est essentiel de lutter contre le débalancement musculaire entre les muscles intrinsèques et extrinsèques du pied, qu'ils soient dorsaux ou plantaires. Ce travail permet de lutter contre le risque de fractures de fatigue en optimisant les structures actives [40]. Les fléchisseurs des orteils sont travaillés en concentrique; les fléchisseurs plantaires en excentrique, en prévention des tendinopathies d'Achille et pour un meilleur amorti. Ils sont aussi travaillés en concentrique pour leur rôle dans la propulsion, en unipodal sur une marche d'escalier par exemple.

Les quadriceps sont travaillés dans tous les modes, ils jouent un rôle important dans la raideur du MI à l'appui et nous agissons en prévention des tendinopathies notamment. En position de correction d'un valgus important, leur renforcement pourrait avoir une action sur la prévention des SFP. Les muscles fessiers se travaillent aussi dans tous les modes mais avec un renforcement plus poussé en concentrique pour la phase de propulsion.

Les muscles de la CMF sont plutôt travaillés en mode concentrique pour optimiser le retour du MI vers l'avant. Leur efficacité est importante, notamment pour augmenter le nombre de foulées afin de réduire les forces de réactions à l'impact du pied au sol. Un travail excentrique peut se faire pour les ischio-jambiers en prévention des blessures musculaires.

Le travail pliométrique va nous permettre de renforcer plusieurs chaînes musculaires à la fois dans leur physiologie lors d'exercices fonctionnels de courses et de sauts.

### 9.4.1.3. Equilibre-proprioception-coordination

Avec le port de chaussures, Lieberman notamment, met en avant qu'il y a une perte des qualités proprioceptives du pied [41]. Il parle de rétroaction sensitive qui permet au coureur

de sentir la dureté et l'inégalité de la surface de course ainsi que les éventuels obstacles (cailloux...). Nous pouvons d'abord uniquement solliciter le pied. Puis, par la suite, nous intégrons dans les exercices une sollicitation neuro-proprioceptive des MI ainsi que du tronc dans des positions physiologiques. Cela permettra de revenir à une sollicitation globale. Nous varions les difficultés et les stimulations. Nous faisons travailler le coureur pieds nus afin qu'il mette en éveil au maximum ses récepteurs. L'amélioration de la rétroaction sensitive permettra au coureur d'adapter au mieux la raideur de ses MI à l'appui selon la surface [10].

La course étant une succession de déséquilibres rattrapés, il va de soi que nous pouvons travailler et améliorer l'équilibre de l'athlète. Nous pouvons proposer des exercices reprenant les placements et les mouvements physiologiques de la course afin de le mettre en situation de déséquilibre. Lors d'un entraînement ou d'une course, un coureur peut rencontrer diverses surfaces. Ainsi, ce travail peut se faire sur des sols différents, avec ou sans chaussures, pour varier les stimulations.

L'objectif étant de permettre à l'athlète d'améliorer la maîtrise de son corps et du mouvement. Nous pouvons également tabler sur une amélioration de la posture statique et dynamique, et un meilleur contrôle postural en état de fatigue.

### 9.4.1.4. Maîtrise technique

Nous pouvons proposer au coureur de décomposer le mouvement sportif sous forme de gammes et de différents exercices dissociant le cycle de course. Rien de tel que la répétition de ces gammes pour améliorer la maîtrise du geste ; par exemple, des griffés de sol genoux tendus ou encore des montés de genoux, les chevilles en flexion dorsale avec attaque au sol sur l'avant du pied etc... Ces gammes peuvent aussi faire office d'échauffement, comme le dit Cometti en se référant aux techniques de Masterovoi [39].

Cette maîtrise technique passe bien entendu par des exercices respectant les axes du corps de l'athlète. Par notre observation clinique, nous pouvons corriger le mouvement. Filmer l'athlète est également un moyen de correction puisqu'il y a un paramètre supplémentaire : le feedback. De plus, afin d'alléger ses appuis et donc de réduire les forces d'impact au sol, il a comme possibilité d'augmenter sa fréquence de pas autour de 170-180 pas/min [10]. Cette réduction est suggérée comme stratégie préventive par Hreljac [31].

En améliorant son geste sportif, tout en optimisant ses qualités proprioceptives, nous pouvons penser que l'athlète réduira son risque potentiel de blessures. En y associant le travail technique, nous sollicitons plutôt des appuis avant-pied puisque comme nous l'avons vu, il y a une meilleure performance biomécanique. L'athlète sollicite de nouvelles structures, les contraintes des tissus sont déplacées et il va y avoir adaptation. Les structures du coureur seront donc capables de mieux répondre aux différentes sollicitations de la course : appuis plutôt avant, médio ou arrière-pied selon la fatigue, le terrain, etc... La capacité d'adaptation de l'athlète s'en voit augmentée.

### 9.4.1.5. Education thérapeutique du sportif

N'oublions pas les conseils que nous pouvons apporter en tant que professionnel de santé. Il est important d'insister sur la récupération physique et musculaire de l'athlète. Cela passe notamment par un sommeil de qualité, une hydratation suffisante et régulière tout au long de la journée, une alimentation adaptée et riche évitant les carences.

Nous pouvons apporter des conseils importants en matière de techniques de physiothérapie facilitant la récupération musculaire. Pour exemple, sur une contracture, privilégier l'application de chaleur pour obtenir une détente musculaire. Pour des courbatures, du froid pendant 20 à 30min aura un effet de vaso-constriction/vaso-dilatation; ceci associé à une déclive et des manœuvres de pompages (flexion/extension des chevilles) facilite la récupération. Les courbatures sont surtout présentes lors d'un nouvel apprentissage, lors d'un effort intensif, en phase initiale de travail ou en phase de reprise d'activités. La vigilance est donc de rigueur quant aux étirements évoqués au point 9.4.1.1. Cometti évoque également des techniques de contracté-relâché des muscles sollicités. L'athlète peut se placer en position de déclive de ses MI comme nous l'avons évoqué pour les manœuvres de pompages ci-dessus où il y a sollicitation du triceps sural. La contraction doit être lente pour assurer une tension musculaire minimale et le relâchement doit être marqué pour optimiser l'arrivée de sang [39].

Nous pouvons être interpellés par les athlètes sur des sujets plus techniques, comme les chaussures par exemple. Notre expérience personnelle associée à nos connaissances professionnelles et sportives peuvent nous permettre de distiller quelques conseils ou avis. Mais en cas de doutes, de méconnaissances ou de manques d'informations, nous n'hésiterons pas à orienter l'athlète vers des podologues ou d'autres professionnels. Nous pouvons être

amenés à conseiller les novices sur la tenue de sport. Là encore notre expérience personnelle peut nous être utile ainsi que notre bon sens. Se protéger du froid, du vent, de la pluie en hiver ou de la chaleur et du soleil en été, sont des conseils très basiques mais à ne pas omettre.

Nous avons également un rôle de sensibilisation des athlètes quant à la consommation de tabac, d'alcool, drogues voire même produits dopants. Pour des conseils nutritionnels, nous pouvons faire part de notre expérience si nous en avons une, mais pour une prise en charge spécifique et de qualité, nous les dirigerons bien entendu vers des nutritionnistes.

Nous devons aussi corriger certaines idées reçues comme celles concernant les étirements qui seraient un FDR en cas de non-pratique avant et après l'effort. Si nous ne pouvons pas toujours émettre un avis sur ce qu'il faut faire car les études peuvent se contredire, nous pouvons cependant dire ce qu'il faut éviter de faire. Demandons-leur d'adapter l'intensité, la fréquence et le volume de leur entraînement en leur inculquant la notion de progression.

Bien sûr, nous ne devons pas être les seuls à apporter des conseils ; l'éducation thérapeutique du sportif est multidisciplinaire : entraîneurs, préparateurs physiques, M-K, nutritionnistes, podologues, médecins traitant et médecins du sport et tout autre professionnel de santé ou du sport.

### 10. DISCUSSION

Nous l'avons abordé tout au long de ce travail, la littérature ne nous donne pas les moyens de tirer des conclusions définitives ou de faire ressortir des consensus concernant les FDR et les mécanismes de blessures. Les études n'utilisent pas encore toutes la même définition de la blessure. Les échantillons ne sont pas comparables (antécédents, niveau de pratique, sexe, etc...), les paramètres mesurés ne sont pas toujours identiques (déformations des MI, kilométrages/semaine, etc...) et les conditions d'études diffèrent également (championnats, pré-compétition, suivi prospectif, etc...). Les protocoles d'entrainement ou de prévention, quand ils existent, ne sont pas détaillés ou présentés. Les résultats sont eux aussi en conflit les uns par rapports aux autres, tant sur les FDR que sur les mécanismes de blessures. Ces derniers sont actuellement non identifiés, résultant d'une association complexe

et unique pour chaque athlète comprenant de nombreuses variables (niveau d'expérience, antécédents, facteurs anatomiques, etc...). La comparaison des études est donc difficile.

Nous avons décidé, dans ce projet, de faire le postulat que la stimulation d'un tissu déclenche une adaptation de celui-ci aux contraintes auxquelles il est soumis, afin de mieux supporter le stress mécanique imposé par l'activité. Cela, à la condition que le stress imposé aux structures musculo-squelettiques ne dépasse pas le seuil de tolérance de ces mêmes structures. La PPG nous a donc paru un bon moyen de développer cela en améliorant les qualités techniques, musculaires, proprioceptives, d'équilibrations et de souplesses de l'athlète. Mais il y a peu de recommandations sur ces éléments, si ce n'est des conclusions d'études invitant à les développer dans des programmes de prévention.

A travers notre analyse, nous avons établi des stratégies préventives. Les exercices proposés dans le carnet (Annexe X) représentent à nos yeux une base de travail intéressante pour débuter ou améliorer le développement des qualités nécessaires à la course, et donc de prévenir l'apparition de blessures. Ce livret permet une autonomie de prise en charge, cependant le lien avec un entraîneur est un plus pour avoir un retour sur la bonne exécution du mouvement. Par contre, si l'athlète se dirige vers de la performance, il faudra alors compléter l'entrainement avec des exercices sur machines. Bien entendu, cette base n'est pas exhaustive et ne fait pas foi sur les autres approches préventives. Nous avons aussi constaté que les résultats concernant les étirements ne sont pas non plus comparables et identiques. Il existe des discordances, et ce qui est vrai aujourd'hui ne le sera peut-être pas demain. Pour mesurer la valeur préventive de ce livret et ainsi réaliser l'étape 4 de la séquence de prévention décrite par Van Mechelen (Annexe I), il faudrait sur cette base de travail, proposer un protocole à un groupe suivant le même entraînement durant plusieurs mois, voire toute leur saison.

La prévention idéale, nous l'avons vu, est celle qui est adaptée et personnalisée aux caractéristiques et aux besoins de l'athlète. Elle tient compte de ses antécédents, de son expérience, de son niveau, de ses ambitions, de sa biomécanique etc...Nous devons tenir compte de ces paramètres en tant que M-K pour adapter, choisir ou modifier ainsi les exercices proposés dans le livret que nous donnons à nos athlètes. Prenons aussi la liberté de proposer des exercices nouveaux. Gardons toujours à l'esprit que le travail demandé doit être adapté au seuil de tolérance du stress mécanique de l'athlète.

### 11. CONCLUSION

La compréhension et l'analyse de la course à pied est un thème complexe. De nombreuses variables sont à prendre compte et toutes n'ont pas la même influence sur les athlètes. Il existe de nombreuses manières de courir, avec du matériel différent, et chaque élément intrinsèque ou extrinsèque de l'athlète peut influer positivement ou négativement sur lui. Nous devons tenir compte de tout cela lors de notre prise en charge. La PPG nous a semblé être une bonne base de prévention pour les coureurs. Nous justifions ce livret par le fait qu'il pourrait faire le lien entraîneurs-athlètes et athlètes-MK; et ce d'autant plus qu'il y a peu de structures de promotion de la santé auprès du sport non professionnel. Comment promouvoir la prévention auprès des coureurs, notamment pour les récréatifs dépourvus de structures d'entraînement? Comment leur inculquer efficacement les règles de bonnes pratiques ? Ce livret peut être un exemple. Mais encore faut-il pouvoir pérenniser ces actions. Comment ? La création de salon, comme ce fut le cas en Avril 2015 à Paris peut être une solution, ou en tout cas un moyen de diffusion et de sensibilisation. L'organisation de colloques constitue une autre piste. Des liens avec les clubs pourraient se créer via les ligues d'athlétisme. La création d'une affiche à mettre en place dans les clubs et lors de l'organisation de compétitions pourrait permettre de promouvoir la santé. Des campagnes de diffusion pourraient se faire via les réseaux sociaux. De nos jours, la technologie étant de plus en plus développée et présente parmi les coureurs, nous pourrions imaginer la création d'une application sur smartphone disposant des dernières recommandations scientifiques.

# **BIBLIOGRAPHIE**

- [1] P. Edouard, J.-M. Alonso, J.-M. Serra, G. Fischetto, B. Adamsd., M. Mountjoy, P. Branco, F. Depiesse. Incidences et caractéristiques des blessures lors des Championnats internationaux d'athlétisme 2011 et 2012. Journal de Traumatologie du Sport. 2014;31:18-27.
- [2] Pascal Edouard, Frédéric Depiesse, Pedro Branco,, and Juan-Manuel Alonso. Analyses of Helsinki 2012 European Athletics Championships Injury and Illness Surveillance to Discuss Elite Athletes Risk Factors. Clin J Sport Med. 2013;0(0):1–7.
- [3] Juan-Manuel Alonso, Pascal Edouard, Giuseppe Fischetto, Bob Adams, Frédéric Depiesse, Margo Mountjoy. Determination of future prevention strategies in elite track and field: analysis of Daegu 2011 IAAF Championships injuries and illnesses surveillance. Br J Sports Med. 2012;46:505–14.
- [4] P. Edouard, N. Morel, J.-M. Serra, J. Pruvost,, R. Oulliona, F. Depiesse. Prévention des lésions de l'appareil locomoteur liées à la pratique de l'athlétisme sur piste. Revue des données épidémiologiques. Science & Sports (2011). 26(6):307-15.
- [5] Nina Feddermann-Demont, Astrid Junge, Pascal Edouard, Pedro Branco, Juan-Manuel Alonso. Injuries in 13 international Athletics championships between 2007–2012. Br J Sports Med. 2014;48:513–22.
- [6] Pascal Edouard, Juan-Manuel Alonso. Epidemiology of Track and Field Injuries. New Studies in Athletics. 2013;28(1/2):85–92.
- [7] Bruno T. Saragiotto, Carla Di Pierro, Alexandre D. Lopes. Risk factors and injury prevention in elite athletes: a descriptive study of the opinions of physical therapists, doctors and trainers. Braz J Phys Ther. 2014;18(2):137–43.
- [8] Giandolini Marlène. Impact et contraintes musculotendineuses en course à pied : effets de la chaussure et de la technique de pose de pied. Kinésithér Scient. 2014;560:15-9.

- [9] Laurent Blanché. Incidence du chaussage sur les technopathies de la course à pied, débat autour du barefoot et du minimalisme: Avis de médecins généralistes, médecins du sport, kinésithérapeutes et podologues. [Thèse médicale]. Université de Bordeaux; 2014.
- [10] Anaïs Boivin, Frédérick Lafrance-Tanguay, Catherine Laguë et Catherine Lauzon.

  L'évolution de la course à pied en endurance et ses impacts sur le corps humain. 2013

  Université de MONTREAL

  <a href="https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/10189/Lauzon\_et\_al\_2013\_tra">https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/10189/Lauzon\_et\_al\_2013\_tra</a>

  vaildirige.pdf
- [11] http://www.lacliniqueducoureur.com/fr/accueil/ (consulté le 15/01/15)
- [12] Leboeuf F., Achard de Leluardière F., Lacouture P., Duboy J., Leplanquais F., Junqua A. Étude biomécanique de la course à pied. EMC (Elsevier SAS, Paris), Podologie, 27-020-A 20, 2006.
- [13] Michel Dufour, Michel Pillu. Biomécanique fonctionnelle: membres-tête-tronc. 1st ed. PARIS: MASSON; 2007. 592 p.
- [14] http://www.volodalen.com (consulté le 10/11/2014)
- [15] François Fourchet. Blessures du pied et de la cheville chez les jeunes athlètes: épidémiologie et effets de la fatigue sur la mécanique de la course. Kinésithér Scient. 2013;543:29–34
- [16] Iain Hunter Æ Gerald A. Smith. Preferred and optimal stride frequency, stiffness and economy: changes with fatigue during a 1-h high-intensity run. Eur J Appl Physiol. 2007;100(653-661).
- [17] Christine Hanon. Activité musculaire des membres inférieurs en course à pied sur le plat. Staps. 2005;2(68):111-24.

- [18] Toomas Timpka, Juan-Manuel Alonso, Jenny Jacobsson, Astrid Junge, Pedro Branco, Ben Clarsen, Jan Kowalski, Margo Mountjoy, Sverker Nilsson, Babette Pluim, Per Renström, Ola Rønsen, Kathrin Steffen, Pascal Edouard. Injury and illness definitions and data collection procedures for use in epidemiological studies in Athletics (track and field): Consensus statement. Br J Sports Med. 2014;48:483–90.
- [19] J E Taunton, M B Ryan, D B Clement, D C McKenzie, D R Lloyd-Smith, B D Zumbo. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. Br J Sports Med. 2002;36:95–101.
- [20] R N van Gent, D Siem, M van Middelkoop, A G van Os, S M A Bierma-Zeinstra, B W Koes. Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. Br J Sports Med. 2007;41:469-80.
- [21] J E Taunton, M B Ryan, D B Clement, D C McKenzie, D R Lloyd-Smith, B D Zumbo. A prospective study of running injuries: the Vancouver Sun Run "In Training" clinics. Br J Sports Med. 2003;37:239-44.
- [22] V Lun, W H Meeuwisse, P Stergiou, D Stefanyshyn. Relation between running injury and static lower limb alignment in recreational runners. Br J Sports Med. 2004;38:576–80.
- [23] P Rochcongar, J Pernes, F Carkl, J Chaperon. Incidence des traumatismes liés à la course à pied. Résultats d'une enquete auprès de 1153 coureurs. Science & Sports. 1995;10(15-19).
- [24] E W Yeung, S S Yeung. A systematic review of interventions to prevent lower limb soft tissue running injuries. Br J Sports Med. 2001;35:383-9.
- [25] Luiz Carlos Hespanhol Junior, Leonardo Oliveira Pena Costa and Alexandre Dias Lopes. Previous injuries and some training characteristics predict running-related injuries in recreational runners: a prospective cohort study. Journal of Physiotherapy. 2013; 59: 263-9.
- [26] Julien Roussel. La prévention des traumatismes chez le coureur à pied. <a href="http://leopardsguerchais.free.fr/IMG/pdf/Conference\_Les\_Leopards\_Guerchais\_Roussel\_nov\_2012.pdf">http://leopardsguerchais.free.fr/IMG/pdf/Conference\_Les\_Leopards\_Guerchais\_Roussel\_nov\_2012.pdf</a> (page consultée le 30/01/15)

- [27] David D'Souza. Track and field athletics injuries = a one-year survey. Br J Sports Med. 1994;28:197-202.
- [28] Laurent Malisoux, Rasmus Oestergaard Nielsen, Axel Urhausen, Daniel Theisen. A step towards understanding the mechanisms of running-relatedinjuries. J Sci Med Sport. 2014
- [29] Bruno Tirotti Saragiotto, Tiê Parma Yamato, Luiz Carlos Hespanhol Junior, Michael J. Rainbow,, Irene S. Davis, Alexandre Dias Lopes. What are the Main Risk Factors for Running-Related Injuries? Sports Med. 2014;44(8):1153-63.
- [30] Bruno Tirotti Saragiotto, Tiê Parma Yamato, Alexandre Dias Lopes. What Do Recreational Runners Think About Risk Factors for Running Injuries? A Descriptive Study of Their Beliefs and Opinions. J Orthop Sports Phys Ther. 2014 Oct;44(10):733–8.
- [31] Alan Hreljac, Robert N. Marshall and Patria A. Hume. Evaluation of lower extremity overuse injury potential in runners. Med Sci Sports Exerc. 2000;32(9):1635-41.
- [32] Rasmus Østergaard Nielsen, Erik Thorlund Parner, Ellen Aagaard Nohr, Henrik Sørensen, Martin Lind, Sten Rasmussen. Excessive Progression in Weekly Running Distance and Risk of Running-Related Injuries: An Association Which Varies According to Type of Injury. J Orthop Sports Phys Ther 2014 Oct;44(10):739–48.
- [33] Pascal Edouard, Jenny Jacobsson, , Toomas Timpka, , Juan-Manuel Alonso, , Jan Kowalski, , Sverker Nilsson, et al. Extending in-competition Athletics injury and illness surveillance with pre-participation risk factor screening: A pilot study. Physical Therapy in Sport. 2014;1–9.
- [34] Décret n°96-879 du 8 octobre 1996 relatif aux actes professionnels et à l'exercice de la profession de masseur-kinésithérapeute

http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000195448 (page consultée le 16/02/15)

[35] HAS. Guide méthodologique. Elaboration d'un document écrit d'information à l'intention des patients et des usagers du système de santé. Juin2008. Téléchargeable sur : <a href="http://www.has-">http://www.has-</a>

sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/elaboration\_doc\_info\_patients\_rap.pdf

- [36] Quentric-Foulard Isabelle, Bregeon François, Gilbert Eric, Olivares Serge, Pinon François, Trudelle Pierre. P.P.G et Demi-fond : l'oeil du kiné. <a href="http://www.suaps-lareunion.fr/files/activites/1256630310/PPG">http://www.suaps-lareunion.fr/files/activites/1256630310/PPG</a> et 1 2 fond.pdf (page consultée le 28/08/14)
- [37] Simon Barrué-Belou. Les étirements du sportif : revue de littérature et perspectives de recherche. Kinésithér Scient. 2010;511:31-44.
- [38] Pascal Prévost. Étirements et performance sportive : une mise à jour. Kinésithér Scient. 2004;446:5-13.
- [39] Gilles Cometti. Les limites du stretching pour la performance sportive. 1ère partie : « Intérêt des étirements avant et après la performance » 2003 <a href="http://expertise-performance.u-bourgogne.fr/pdf/stretching1.pdf">http://expertise-performance.u-bourgogne.fr/pdf/stretching1.pdf</a> (page consultée le 18/02/15)
- [40] Stuart J. Warden, Irene S. Davis, Michael Fredericson. Management and Prevention of Bone Stress Injuries in Long-Distance Runners. J Orthop Sports Phys Ther. 2014 Oct;44(10):749-65.
- [41] Daniel E. Lieberman. What We Can Learn About Running from Barefoot Running: An Evolutionary Medical Perspective. Exerc Sport Sci Rev. 2012;40(2):63-72.
- [42] R Bahr, T Krosshaug. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. Br J Sports Med. 2005;39:324-9.

### **ANNEXES**

ANNEXE I : « Séquence de prévention » de Van Mechelen.

ANNEXE II: Visualisation des forces extérieures s'appliquant au coureur.

ANNEXE III: Figure 1: Cycle de course à pied; Figure 2: Poulaines et kinogrammes en cycle avant et arrière; Figure 3: Cycle arrière et avant lors des phases de course.

ANNEXE IV: Figure 1: Visualisation des différents appuis du pied au sol; Figure 2: Visualisation de la composante verticale de réaction au sol selon l'appui; Figure 3: Sollicitation des structures selon l'appui; Figure 4: Visualisation des profils de coureurs (a: pronateur; b: neutre; c: supinateur).

<u>ANNEXE V</u>: Figure 1: Représentation du système masse-ressort; Figure 2: Représentation du système masse-ressort au tendon d'Achille.

ANNEXE VI: Incidence des blessures chez les coureurs de fond et de demi-fond.

ANNEXE VII: Tableau I: Listing des pathologies que l'on peut retrouver pour chaque zone anatomique, de la plus atteinte à la moins atteinte; Tableau II: « Liste, description et incidence en % des 10 technopathies les plus fréquentes ».

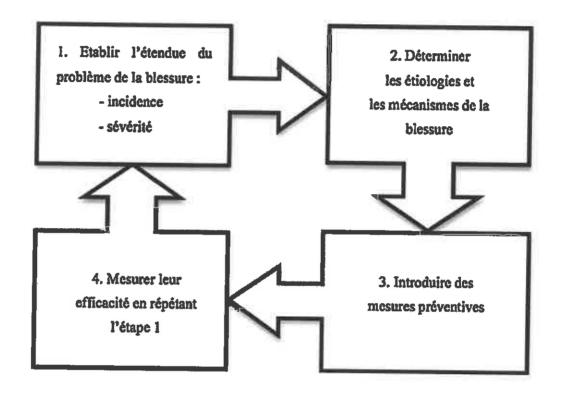
ANNEXE VIII : Complexité des mécanismes de blessures.

ANNEXE IX: Figure 1: EMG. (Adapté de Mann et Hagy (1980)); Figure 2: Activité musculaire de Ga, TA, VL, RF, BF au cours d'un cycle de foulée réalisée à vitesse moyenne (15 km.h-1).

ANNEXE X : Livret de prévention.

#### **ANNEXE** I

### « Séquence de prévention » de Van Mechelen [4]



#### ANNEXE II

### Visualisation des forces extérieures s'appliquant au coureur [12]

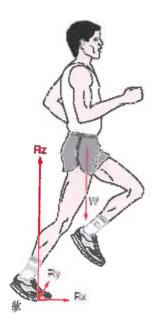


Figure 10. Bilan des forces extériaures (les forces aérodynamiques sont négligées).

#### ANNEXE III

Figure 1 : Cycle de course à pied [14]

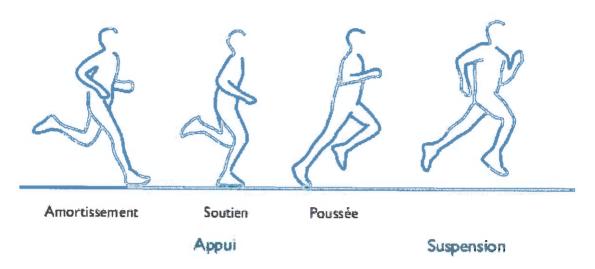
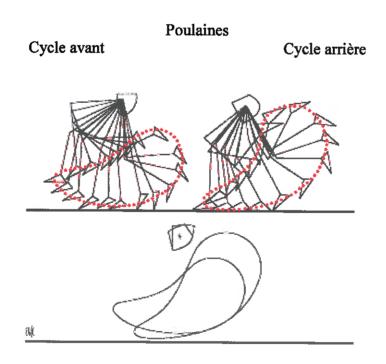


Figure 2 : Poulaines et kinogrammes en cycle avant et arrière [12]



### Kinogrammes [12]

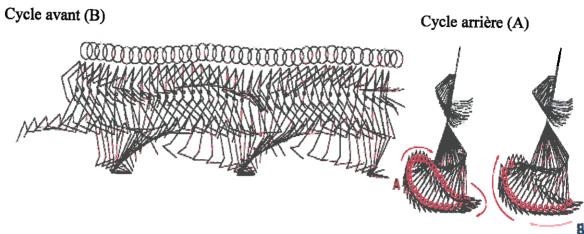
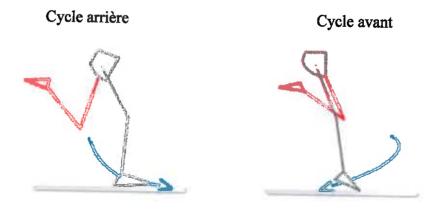


Figure 3.

- A. Kinogrammes d'un cycle de course.
   B. Kinogrammes de chacune des deux foulées.

Figure 3 : Cycle arrière et avant lors des phases de course [14]

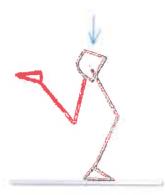
### Phase d'amortissement



#### Phase de soutien



Cycle avant

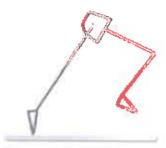




Phase de poussée

Cycle arrière

Cycle avant

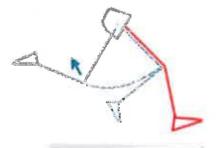


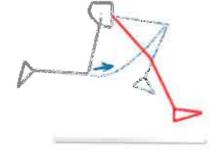


Phase de suspension et mouvement du segment libre

Cycle arrière

Cycle avant





### ANNEXE IV

Figure 1 : Visualisation des différents appuis du pied au sol

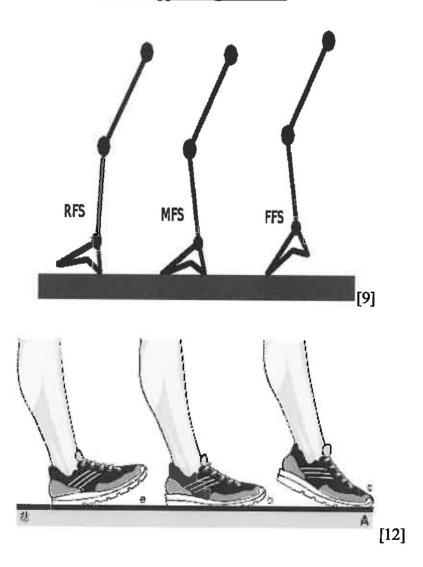


Figure 2 : Visualisation de la composante verticale de réaction au sol selon l'appui [9]

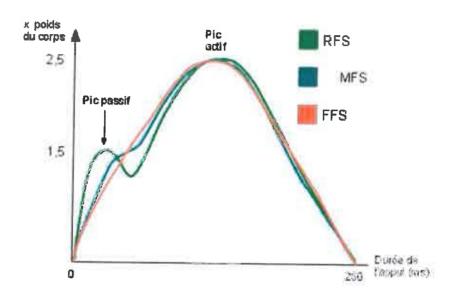


Figure 3: Sollicitation des structures selon l'appui [9]

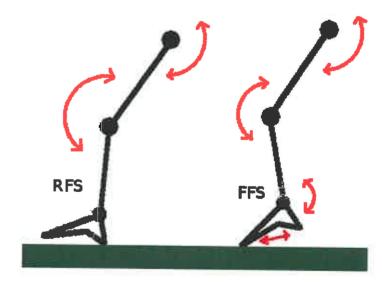
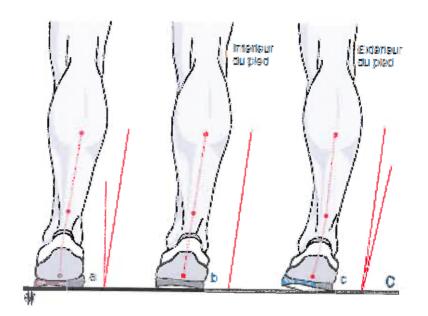


Figure 4: Visualisation des profils de coureurs (a : pronateur ; b : neutre ; c : supinateur) [12]



#### ANNEXE V

Figure 1 : Représentation du système masse-ressort [15]

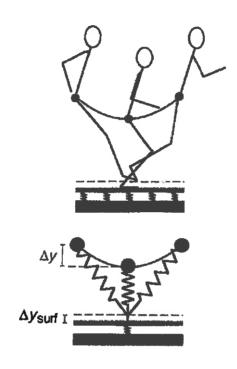
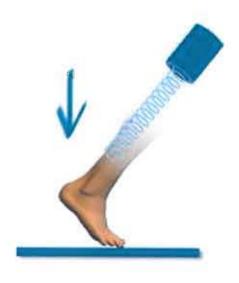


Figure 2 : Représentation du système masse-ressort au tendon d'Achille [14]



#### ANNEXE VI

### Incidence des blessures chez les coureurs de fond et de demi-fond.

Etudes	Macera	D'Souza	Van gent et	Taunton et	Lun et al.
	et al. via	[27]	al. [20]	al. [21]	[22]
	Taunton		Revue	Etude	
	et al.		systématique	prospective	
	[19]				
Incidence	24-65	Fond 62,5	19,4-79,3	29,5	24-85
en %		Demi-fond			:
		55 ,6			

Etudes	Ahuja et	Alonso et	D'Souza	Watson et	Hespanhol
	Ghosh,	al., 2012	1994 tiré de	DiMartino,	Junior et
	1985 tiré	tiré de	Edouard et	1987 tiré de	al., [25]
	de	Edouard	al., 2011 [4]	Edouard et	
	Edouard	et al.,		al., 2011 [4]	
	et al.,	2011 [4]			
	2011 [4]				
Incidence	17,0	15,8	58,1	17,1	31
en %					ļ

#### ANNEXE VII

Tableau I: Listing des pathologies que l'on peut retrouver pour chaque zone anatomique, de la plus atteinte à la moins atteinte :

	Pathologies		
Localisations			
Genou [4, 6, 14, 19, 22, 24-26]	Syndrome fémoro-patellaire, syndrome de la bandelette ilio-tibiale, tendinite patellaire et de la patte d'oie, lésion méniscale, chondromalacie patellaire, arthrose.		
Jambe [14, 19, 26]	Périostite, fracture de fatigue, tendinite d'Achille, tendinite des fibulaires ou du tibial postérieur ou des gastrocnémiens, ténosynovite du tibial postérieur et antérieur, syndrome de la loge antérieure.		
Pied [14, 19, 25, 26]	Fasciite plantaire, métatarsalgie, fracture de fatigue, névrome de Morton, apophysite calcanéenne.		
Cuisse [14, 19, 26]	Lésions musculaires des adducteurs, ischio-jambiers, quadriceps, bursites au grand trochanter, fracture du col fémoral.		
Cheville [19]	Entorses externes.		
Hanche/bassin [9, 14, 19, 25-27]	Tendinite moyen fessier, lésions sacro-iliaques, lombalgie, lésions musculaires ilio-psoas et abducteurs.		

<u>Tableau II : « Liste, description et incidence en % des 10 technopathies les plus fréquentes »</u>
[9] :

D/-:	10.0	
Périostite tibiale	13,6 – 20	Douleur diffuse,
		typiquement, au niveau du
		bord interne de la crête
		tibiale, se majorant au cours
		de la séance et soulagée par
		le repos
Tendinite d'Achille	9,1 -10,9	Douleur ne survenant
		initialement qu'à l'effort peut
		devenir par la suite
		permanente, exposant à
		terme à la rupture tendineuse
Fasciite plantaire	4,5 - 10	Plantalgie interne
-		d'apparition progressive
Syndrome de la bandelette	1,8 - 9,1	Arc douloureux du
ilio-tibiale		compartiment externe du
		genou
Tendinite de la patte d'oie	7,3	Douleur de la face interne du
		genou
Syndrome fémoropatellaire	5,5	Douleur rétro-patellaire ou
		sous-rotulienne d'apparition
		progressive au cours de la
		séance de course à pied
Lombalgie	5,5	Origine musculaire ou
		révélatrice d'une discopathie
		préexistante
Tendinite du moyen fessier	9,1	Douleur externe de hanche à
		l'effort, majorée par la
		pression sus-trochantérienne
Fracture de fatigue tibiale	9,1	Douleur très localisée, au tiers
		supérieur, moyen ou inférieur
		du tibia, apparaissant au cours
		de l'effort sur un mode plus
		ou moins progressif.
Tendinite rotulienne	5,5 - 22,7	Douleus d'annuité
	3,3 = 44,1	Douleur d'apparition
		progressive, se situant à la
		pointe de la rotule, siège d'un
		point exquis à la palpation

#### ANNEXE VIII

### Complexité des mécanismes de blessures [42]

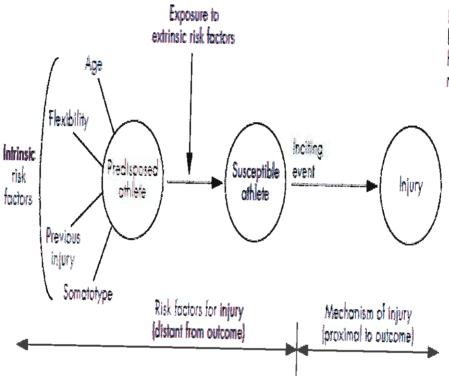
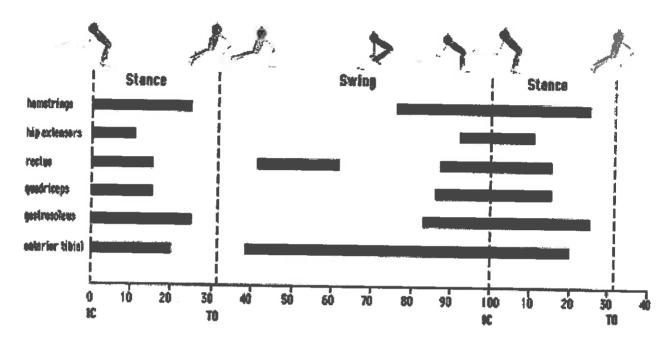


Figure 2 Complex interaction between internal and external risk factors leading to an inciting event and resulting in injury.

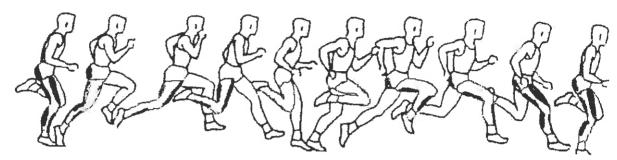
#### **ANNEXE IX**

Figure 1: EMG. (Adapté de Mann et Hagy (1980)). [10]



L'activité musculaire est représentée par les lignes pleines en relation avec le cycle de course. Environ 1.3 cycles de course sont illustrés afin de mieux visualiser la nature continue du cycle de course. Notez le plus grand nombre de groupes musculaires actifs dans la période du contact initial et la diminution d'activation musculaire au décollement des orteils. Stance : appui, Swing : oscillation (Traduction libre) Image tirée de : Novacheck, (1998) [10]

Figure 2 : Activité musculaire de Ga, TA, VL, RF, BF au cours d'un cycle de foulée réalisée à vitesse moyenne (15 km.h-1). (Ga : gastrocnémiens, TA : tibial antérieur, VL : vaste latéral, RF : rectus femoris, BF : biceps fémoral)



Les zones grisées représentent une activité plus ou moins importante selon la couleur, gris clair = activité comprise entre 10 et 40 % du niveau d'activation maximale recueilli en course pour le muscle considéré (% FVM), gris foncé = activité comprise entre 40 et 80 % FVM, noir = activité comprise entre 80 et 100 % FVM). Christine HANON [17]

### ANNEXE X

Livret de prévention

# LES COUREURS DE FOND ET DE LIVRET DE PREVENTION POUR **DEMI-FOND**





YAX T. IFMK NANCY

2015

année à l'IFMK de NANCY en vue de l'obtention du diplôme d'état Ce livret a été réalisé par Mr.YAX Thibaut, étudiant en 3<sup>ème</sup> de masseur-kinésithérapeute. Pour des compléments d'informations, contactez-le ici : thibaut.yax@gmail.com

### SOMMAIRE

Présentation du livret et modalités d'application
3. Conseils pratiques et éducation thérapeutique du coureur7
4. La maîtrise technique et les gammes12
5. Le renforcement musculaire
6. Equilibre-proprioception-coordination43
7. Les assouplissements53

### LEGENDE



ce trait accentue la mise en évidence de la bonne position

de votre corps, comme par exemple maintenir son dos droit.



ces flèches représentent le sens du mouvement.

: ces étoiles indiquent la zone musculaire que vous étirez

lors des exercices d'assouplissement.

1, 2, 3,....: les numéros indiquent le sens de lecture des photos.

### GLOSSAIRE

- $\underline{Membre inférieur} = cuisse + jambe + pied$
- Membre supérieur = bras + avant-bras + main
- <u>Ilio-psoas</u> = muscle profond en avant de la hanche
- <u>Piriforme</u> = muscle profond de la fesse
- Quadriceps = groupe de muscles à la face avant de la cuisse
  - <u>Droit fémoral</u> = 1 partie du muscle quadriceps
- <u>Ischio-jambier</u> = groupe de muscles à la face arrière de la cuisse
- Adducteurs = muscles à l'intérieur de la cuisse
- Tenseur du fascia-lata = muscle en avant et sur le côté de la hanche
- <u>Tractus ilio-tibial</u> = bande fibreuse sur le côté de la cuisse de haut en bas
- <u>Triceps sural</u> = groupe de muscles à l'arrière de la jambe (=mollet)
- Grand pectoral = muscle en avant du torse au-dessus des mamelons
- Grand dorsal = muscle du dos et du thorax
- <u>Spinaux lombaires</u> = muscles de part et d'autre des vertèbres lombaires
- Unipodal = sur un seul membre inférieur ou sur un seul pied
  - -- Aponévrose plantaire = bande fibreuse sous le pied
- Pronation = quand la plante du pied regarde vers l'extérieur

# 1. Présentation du livret et modalités d'application

Pour tenter de prévenir les pathologies susceptibles de survenir en course à pied, je vous propose à travers ce livret des exercices d'assouplissements, de renforcements musculaires, d'équilibre-proprioception-coordination, de maîtrise technique ainsi que des conseils de bonne pratique sportive. Ceci dans le but de compléter votre entrainement, vous sensibiliser à la prévention et vous informer vous, et votre entourage, de ce qu'il est possible de mettre en place.

Vous pourrez facilement refaire ces exercices chez vous, et les partager avec vos amis coureurs. Ils demandent pas ou très peu de matériel et sont donc très accessibles.

Avec votre imagination ou celle d'un entraineur qualifié ou encore d'un masseur-kinésithérapeute, vous pourrez les faire évoluer selon votre progression.

-

Ce qui est proposé ici n'est pas exhaustif, ne fait pas foi sur les autres mesures existantes et ne fait qu'ouvrir des pistes de possibles mesures préventives. Si lors de l'exécution d'un de ces exercices, vous ressentez des douleurs, stoppez tout et parlez-en à un professionnel.

Certains ateliers pourront peut-être vite devenir faciles, adaptez-les avec sécurité. Allez-y de manière progressive, tant au démarrage que dans l'évolution que vous apporterez aux exercices.

Ne vous sentez pas obligé de faire tous les exercices de ce livret lors d'une seule séance. Si vous êtes débutant dans ce genre de pratique, faites par exemple 1 séance par semaine de quelques exercices. Retenez que dans un premier temps, le qualitatif est plus important que le quantitatif.

# 2. Ce qu'il faut savoir



Nous nous posons tous des questions au cours de notre pratique concernant les chaussures, les nouvelles modes, les blessures, les facteurs de risque, la prévention etc...Voici quelques éclaircissements.

# → Quelles chaussures?

Il existe plusieurs styles à ce jour que l'on distingue notamment selon le drop (= différence de hauteur entre l'avant et l'arrière de la semelle de la chaussure):

- Les maximalistes: chaussures ayant une semelle épaisse et un amorti important au talon incitant le coureur à attaquer le sol avec le talon. Le drop est élevé. On y trouve également un système de soutien de la voûte plantaire et un élément de contrôle de la pronation du pied.
- Les minimalistes: chaussures ayant un drop faible voire nulle. Dans ce type de chaussure, seule la semelle permet la protection du pied des éventuelles abrasions. D'autres chaussures sont aussi présentées comme minimalistes dans les magasins. Elles ont un drop faible, elles sont légères, flexibles et respectent la forme du pied. Elles permettent au pied de se rapprocher du sol et d'augmenter les sensations lors de l'appui.

Le barefoot: c'est une nouvelle mode qui consiste à courir pieds nus. Elle est apparue depuis quelques années maintenant et demande une grande vigilance dans la transition chaussures-pieds nus, surtout si vous portez habituellement des chaussures maximalistes.

# → Biomécanique



Sachez que le type de chaussures que vous portez va influencer votre biomécanique de course. En d'autres termes, si vous portez des chaussures maximalistes, vous aurez plus tendances à attaquer le sol avec le talon. Plus on se dirige vers une chaussure minimaliste et vers le barefoot, plus la tendance d'attaque au sol se fera avec le milieu du pied et l'avant du pied.

Les différents types d'attaque du sol ont des conséquences sur la qualité et l'efficacité de la foulée. D'un point de vue performance pure, l'attaque avant-pied est celle restituant le plus d'énergie, mais demande une adaptation musculo-tendineuse progressive, car, notamment, les structures du pied et du mollet sont très sollicitées.

L'attaque arrière-pied est plus économique, moins fatigante au niveau musculaire. On la retrouve chez beaucoup de coureurs sur route et de distance moyenne voire importante. Cependant, elle restitue moins d'énergie aux muscles pour continuer de se propulser vers l'avant et l'effet d'impact avec le sol est plus important.

# → Les blessures?



Nous avons tous une idée plus ou moins aboutie du type de blessures et pathologies présentes en course à pied. Voici une liste succincte des parties du corps des plus touchées au moins touchées :

- Genou: syndrome fémoro-patellaire, tendinite patellaire et de la patte d'oie, syndrome de l'essuie-glace, lésion méniscale...
- Tibia/Jambe : périostite, fracture de fatigue, tendinite d'Achille, tendinite des fibulaires, tendinites du tibial postérieur et antérieur, syndrome des loges...
- Pied: aponévrosite plantaire, apophysite plantaire, fracture de fatigue des orteils...
- Cuisse: lésions musculaires des ischio-jambiers, adducteurs et quadriceps, bursite au grand trochanter, fracture de fatigue du col fémoral...
- Cheville: entorses externes essentiellement.
- Hanche/bassin: tendimite du moyen fessier, lésions musculaires de l'ilio-psoas et des abducteurs de hanche, lésions des articulations sacro-iliaques, lombalgies...

# → Les facteurs de risque?



# → La prévention ?

course)



En matière de prévention, il n'y a pas de protocole pré-défini à suivre. Les entraineurs, médecins, masseur-kinésithérapeutes et autres professionnels du sport agissent en fonction de leurs convictions, de leurs connaissances et de l'état des lieux actuel de la science.

scientifiques, de faire du travail de renforcement musculaire, de progressivité. Augmentez doucement l'intensité, la fréquence et le Sachez qu'il est tout de même conseillé, d'après des études maîtrise technique, de proprioception-équilibre-coordination et la notion de volume de vos entraînements. Ne passez pas du simple au double d'une semaine à l'autre par exemple, même si l'euphorie de l'activité vous y pousse. Il est conseillé d'augmenter le volume de 10% par d'assouplissement. Ayez toujours à l'esprit semaine



Ne rien faire ce n'est pas bon, mais en faire trop peut être pire.

# Conseils pratiques et éducation thérapeutique du coureur

quelques règles de bases permettant d'éviter et de prevenir de Pour toute pratique sportive, il vous est conseillé d'observer nombreux petits soucis (crampes, contractures,...).

# → Hygiène de vie quotidienne

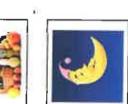


conséquence un manque de puissance musculaire et L'hydratation doit être adaptée à votre activité et en boire. Une déshydratation aura notamment pour quantité suffisante. N'attendez pas d'avoir soif pour fragilisera vos tendons.

Ayez une alimentation riche et variée. Un nutritionniste



Un sommeil de qualité est très important pour la pourra parfaitement répondre à vos questions, si vous récupération et votre vie de tous les jours. Une régénération mentale et physique vous permettra d'être plus performant la journée et durant vos activités. Le en avez.



faites du sport. C'est une porte d'entrée aux infections Les soins dentaires sont très importants quand vous qui auront un retentissement sur vos muscles et vos sommeil fait partie de l'entraînement. endons (risque de tendinites).







- L'avis d'un podologue peut être pris afin de mieux analyser vos appuis au décours de la marche et de la course.
- Il apparaît logique que la consomnation de tabac, alcool et autres substances est fortement déconseillée.

### → Préparation

- Evitez de manger peu de temps avant votre effort, vous pourriez avoir des troubles intestinaux.
- Je vous conseille de manger un repas léger et digeste environ 3 heures avant.
- Pensez à adapter votre tenue de course en fonction de la météo et des saisons.
- Bien entendu, faites aussi selon vos habitudes, essayez et voyez par vous-même.
- Si besoin, prenez avis auprès de professionnels du sport.

# → Améliorer sa foulée

- Essayez de courir « léger »
- Augmentez la fréquence de votre foulée autour de 170-180pas/min.
- Limitez vos déplacements verticaux
- N'oubliez pas vos bras | Ils sont là pour vous aider à vous propulser vers l'avant et vous alléger.

00

# → Récupération

Pour optimiser votre récupération, il existe des moyens simples que vous pouvez mettre en œuvre chez vous à la maison.

### Déclive

Vous surélevez vos membres inférieurs (MI) avec un coussin lorsque vous êtes allongé ou sur votre canapé. Vous faciliterez ainsi l'afflux du sang vers le cœur, l'élimination des toxines et vous ressentirez moins la sensation de lourdeur dans les jambes.

Pour maximiser ce phénomène, vous pourrez en même temps réaliser des mouvements en flexion/extension de cheville. Pour cela, vous ramenez la pointe du pied vers vous (vers le haut) et vous tenez la position 10sec; puis vous emmenez le pied à l'opposé, donc vers le bas, et vous tenez également environ 10sec. Vous pouvez faire des séries de 10 mouvements par exemple.

### Glac



Avec ou sans la déclive, vous pouvez placer des poches de glace au niveau des mollets et cuisses ou de toutes autres zones douloureuses (hors rachis). La glace pourra être maintenue 20min à partir de la sensation de froid.

« Le petit plus »: prenez un sachet de 2kg de petits pois surgelés que vous n'utiliserez que pour cela. L'avantage est que les petits pois s'adaptent très bien à la surface sur laquelle ils reposent, assurant ainsi un meilleur contact et une meilleure diffusion du froid. Pensez à toujours interposer un linge humide pour ne pas vous brûler. Oui ? Le froid brûle! Cela est d'autant plus dangereux qu'il anesthésie également votre peau et vous ne ressentirez donc pas la brûlure au moment de sa survenue.

### Chaleur



Si vous souffrez de tensions et contractures musculaires, vous pouvez appliquer de la chaleur environ 20min sur la zone impliquée. Pour cela, utilisez une bouillote ou un linge humide et chaud.

Notez que l'application de chaud ne se fait pas en 1<sup>ère</sup> intention en post-effort immédiat. Privilégiez le froid tout d'abord. Si vous hésitez, sachez que l'action du froid n'est pas délétère tandis que le chaud peut augmenter une inflammation, s'il y en a une.

10

## Contracté-relâché

une contraction lente du quadriceps et des ischio-jambiers de chaque MI. Cette contraction est suivie d'un relâchement total et bien marqué. Pour ce faire, sur le dos pour les quadriceps et sur le ventre pour les ischio-jambiers, croisez vos MI. Le membre soutenant l'autre est celui sur lequel vous allez agir. Pour le quadriceps, vous tendez le membre et pour les ischio-jambiers, vous fieinez le membre. Ce mouvement se fait lentement. Puis, vous freinez le retour à la position initiale. Attendez 6 à 10sec pour laisser le temps à vos muscles de se relâcher, puis recommencez. Faites en une dizaine pour chaque muscle. Ceci permettra un afflux de sang dans le



Arrivée

Départ



# 4. La maîtrise technique et les gammes

# Notes importantes:

- Tous les exercices de gammes proposés ci-dessous peuvent être repris dans le cadre d'un échauffement avant une compétition ou un entraînement. Ils pourront faire suite à un court footing de mise en route (15-20min). Vous serez en mesure de vous organiser votre propre routine d'échauffement. Ne négligez pas votre préparation! C'est aussi de la prévention!
- Prévoyez toujours un minimum de place pour les exécuter correctement; 20 à 30m environ représente une distance correcte pour les pratiquer dans de bonnes conditions.
- Partez sur une base de 2 séries par exercice pour débuter mais vous êtes libre d'en faire 1 ou 2 ou 3....Vous êtes acteur et décideur de votre programme.

### **→** Gammes

# Montées de genoux

Les pieds sont relevés, vous vous tenez droit, vos membres supérieurs (MS) sont actifs, l'appui au sol se fait avec l'avant de votre pied. Réalisez les montées de genoux de manière dynamique sur place ou sur environ 20m.



### Talons fesses

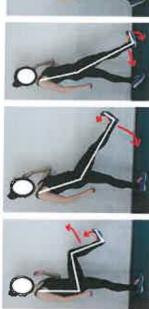
Vos MS sont actifs comme lors de la course, les pieds relevés vers le haut et l'appui au sol se fait avec l'avant de votre pied. Ne vous penchez pas trop en avant, restez le plus droit possible. Réalisez les talons fesses de manière dynamique sur place ou sur environ



# Griffe de sol en cloche pied

Vous démarrez le MI relevé avec le genou plié et le pied tiré vers le haut comme indiqué sur l'image de gauche. Ensuite vous tendez votre jambe avec le pied toujours relevé puis vous ramenez le pied vers le sol en le griffant avec l'avant de votre pied et en faisant une extension de hanche.

Démarrez sur place en cloche pied, l'autre MI réalise le mouvement de griffé. Une fois le mouvement intégré, vous pouvez avancer en cloche pied et faire les griffés avec l'autre MI. Si vous maîtrisez encore un peu plus ce geste, changez de MI après chaque griffé. Faites-le sur environ 20m.



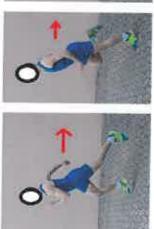


Arrivée

15

### Course arrière

Imitez sur place avec un MI le mouvement de course en arrière ou faites le tout simplement en vrai, en suivant une ligne par exemple. Pensez à bien faire passer votre pied sous la fesse et à aller chercher loin derrière vous afin de bien tendre votre membre et votre hanche. Ne vous penchez pas trop en avant. Vos MS sont actifs. Faites-le sur 20 à 30m environ.





## Marche en fente

Vous partez le genou haut et fixé, et vos MS sont placés. Votre pied est tiré vers le haut. Vous avancez en faisant une fente avant. Vous vous redressez en ramenant la jambe arrière avec le pied passant sous la fesse pour terminer le genou haut et fixé comme sur la photo. Puis vous enchaînez sur environ 20m.



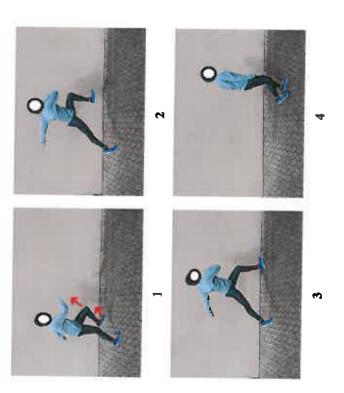


Départ

Arrivée

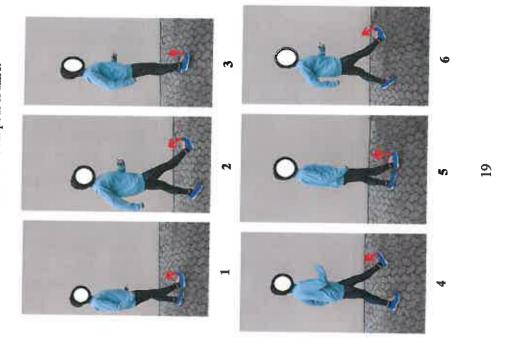
# Foulées bondissantes

Bondissez vers l'avant en vous servant de vos MS. Le genou du MI en avant est haut et fixé, le pied armé (tiré vers le haut) et le MI arrière est tendu. Le bond doit être orienté vers l'avant et non vers le haut, Faites-les sur 20 à 30m environ.



### Griffés de sol

Vos genoux sont tendus, les pointes de pied relevées, le tronc est droit, les MS sont actifs, Propulsez-vous vers l'avant en faisant des pas court puis allongez leur longueur. L'appui se concentre sur l'avant du pied. Prenez environ 20 à 30m pour le faire.



# Balancement des bras

Faites des mouvement de MS comme lors de la course, de manière dynamique en tirant les coudes vers l'arrière. Vous pouvez le faire également en tenant des poids légers dans vos mains (petites altères de 150gr par exemple).





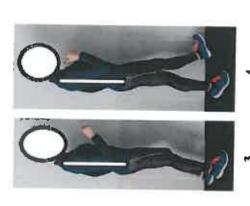
~

# → Travail de pied

### Déroulé du pied

Attaquez avec le talon et terminez sur la pointe du pied. Vous pouvez faire la même chose sur de l'herbe ou encore dans le bac à sable d'un sautoir de longueur. Commencez avec vos chaussures de course puis faites-le également pieds nus. Faites-le sur 20m environ.





Marche: marchez sur la pointe des pieds puis sur les talons. Faitesle avec puis sans vos chaussures. Varier également les surfaces (piste, herbe, sable). Course pieds nus: sur herbe voire sable si vous êtes en bord de mer. Faites le de manière très progressive, sur des périodes courtes qui pourront se rallonger progressivement.

Foulées bondissantes: pieds nus sur herbe. Comme illustré plus haut, avec la même technique, faites des bonds vers l'avant. Pour commencer et limiter les traumatismes, les bonds seront de faibles amplitudes puis au fur et à mesure, vous pouvez progressivement allonger. Attention! Si le terrain est trop accidenté, ne faites pas l'exercice.

# 5. Le renforcement musculaire

### → Le tronc

### Gainage

Consignes importantes pour l'ensemble des exercices de gainage :

- Pas d'apnée, pensez à respirer normalement.
- Fractionner les efforts et aménager des temps de repos égaux au temps de travail puis diminuer progressivement le temps de repos.
- Fixer les courbures physiologiques du rachis, ne creusez pas votre dos, soyez aligné.
- Je vous conseille de commencer par plusieurs répétitions avec un temps de maintien de l'exercice de 20 à 30sec si vous débutez, et selon votre niveau, vous pourrez vite passer à 45sec, 1min...voire peut être un jour jusqu'au record du monde ! 4h26min ! Courage !

### Plan antérieur

Sur les coudes puis sur les mains.





Sur les coudes, levez une jambe et tenez la position.



En démarrant sur les coudes, levez un MS et le MI opposé puis tenez la position.



### Faces latérales

Sur le coude, levez le bassin pour le placer dans l'axe du tronc. Le MS reste dans l'alignement du corps. Vous êtes le plus droit possible.





Sur le coude, levez le MI du dessus. Vous pouvez tenir la position du MI ou faire un travail dynamique en levant puis descendant le membre etc...

### Plan postérieur

Sur les coudes, levez le bassin et tenez la position.



# Pont fessier sur un ou deux MI.





Pliez un genou à 90° avec le pied armé. Le bassin est levé.



29

# Pour varier et s'amuser :

Vous pouvez placer un ballon au niveau des pieds voire au niveau des bras pour rendre l'exercice plus déstabilisant.

Essayez seulement si vous vous en sentez capable et si vous parvenez à les effectuer parfaitement sans ballon.





### <u>Abdominaux</u>

Amenez vos genoux vers vous tout en poussant dans le sens inverse avec vos mains. Faites-le sur les deux genoux en même temps puis sur un seul. Tenez 10sec.

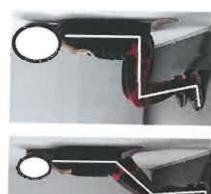




## → Les cuisses et les fesses

# Exercice de la chaise « sans chaise »

Plaquez le dos contre un mur, les MS le long du corps, pliez les genoux à 45° pour commencer puis selon votre niveau et votre progression vous pourrez augmenter jusque 90° de flexion de genou et de hanche.







- Les temps de maintien sont également à adapter comme pour le gainage.
- Vous pourrez augmenter la difficulté en le réalisant sur un seul MI ou en portant un poids sur les cuisses.

Attention !! Si vous souffrez ou avez souffert de syndrome femoropatellaire cet exercice est à proscrire ou au moins à limiter dans ces amplitudes. Si vous tenez à le réaliser, n'aller pas plus loin que 30° de flexion de genoux.

## Pour s'amuser à deux :

L'un travail et l'autre lui envoie une balle puis vous inversez.

#### Le nageur

A plat ventre, réalisez des battements de MI à l'image d'un nageur de crawl. Vos pointes de pieds sont tirées vers le bas. Faites-les pendant 30sec puis 45sec...



#### 32

# Position quadrupédie (4 pattes)

Faire une extension de hanche d'un MI en gardant le genou plié, Faites 3 séries de 10 à 20 répétitions par côté par exemple. Vos mains sont à hauteur d'épaule et votre dos est droit,



Arrivée

### Départ

## Travail avec bandes élastiques

- Pour ne pas vous imposer l'achat de matériel, ce point n'a pas été développé. Néanmoins, un travail intéressant peut être réalisé en renforçant vos muscles de manière plus analytique. N'hésitez pas à en parler à un entraîneur ou un masseur-kinésithérapeute qui pourront vous guider. Voici quelques exemples non illustrés:
- Attachez la bande à une barre ou un pied de table.
   Placez-vous de profil par rapport à l'attache et écartez vers le côté votre MI placé à l'extérieur.
   Le MI reste tendu.

 Face à l'attache, emmenez votre MI en arrière (en extension) avec le genou plié puis faites-le le genou tendu.

## → Les mollets et les pieds

## Travail sur deux et/ou un M!

Les genoux tendus, mettez-vous sur la pointe des pieds sans poids puis avec un médecine ball. Tenez-vous à un mur par exemple. Vous avez la possibilité de le faire avec l'avant du pied sur un rebord de trottoir ou une marche d'escalier avec le talon dans le vide. Faites 2 à 3 séries de 10 à 15 répétitions.



Au sol Rebord: Départ

irt Arrivée

### Griffé de serviette

- Le pied sur une serviette, un tapis épais ou encore dans du sable, vous griffez vos orteils de manière à plier la serviette comme illustré ci-dessous. Réalisez le mouvement une dizaine de fois puis passez à l'autre pied. Vous pouvez faire plusieurs séries.



Départ



Arrivée

### → Travail global

#### 1/4 de squat

Sur les 2 MI puis sur un seul, descendez lentement à environ 45° de flexion de genoux puis remontez. Les appuis se font sur l'avant du pied. Veillez à garder les genoux dans l'axe, le dos droit. Faites 2 à 4 séries de 10 mouvements.



#### 1/2 squat

Mêmes consignes que pour les 1/4 de squat, mais descendez plus bas, à environ 90° de flexion de genoux. Faites 2 à 4 séries de 10 répétitions.

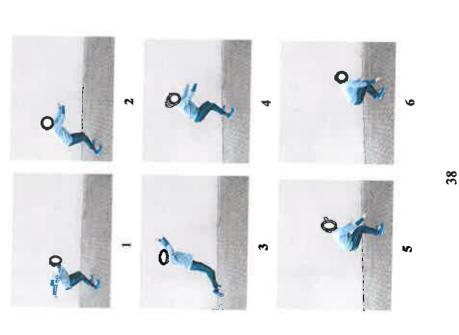






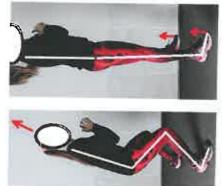
### Sauts de grenouille

Faites des sauts de grenouille en essayant d'aller le plus loin possible vers l'avant en vous aidant de vos MS. Vous pouvez le faire également sur herbe et sable. Faites-les avec les chaussures, pieds nus les chocs sont importants et vous risquez des abrasions. Faites 3 séries de 5 bonds.

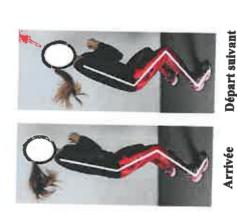


## Sauts en squat (Jump squat)

- Partez les genoux fléchis à 45° environ puis faite une extension vers le haut. Votre reprise d'appui se fait sur l'avant-pied, avec une flexion des genoux et stabilisation sur place. Puis vous repartez. Vous avez la possibilité de le faire sur place ou en avançant. Restez bien gainé, le dos droit. Placez vos MS devant vous comme sur la photo ou sur vos hanches. Faites 2 à 3 séries de 10 répétitions.

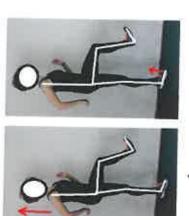


Départ



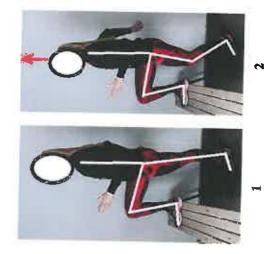
### Sauts en unipodal

Le MI en appui est tendu. Sautez vers le haut, sur place ou vers l'avant en veillant à vous réceptionner avec l'avant du pied et le genou le plus tendu possible. Pensez à tirer les pointes des pieds vers le haut. Faites 3 séries de 10 sauts.

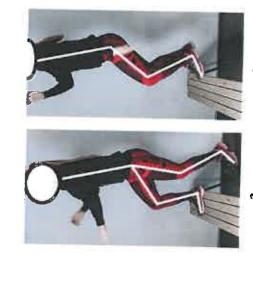


## Sauts alternés en fentes

Sur une chaise ou un banc stable, mettez un pied sur le bord et l'autre au sol en arrière comme sur la photo de gauche. Poussez sur le MI avant pour vous élever et venez poser l'autre pied sur la chaise. Le pied initialement en avant se réceptionne au sol en arrière. Faites le de manière dynamique. Servez-vous de vos MS pour vous aider. Faites entre 2 et 4 séries de 10 à 20 répétitions.



41



Faites des sauts de corde simples sur 2 pieds ou un seul, Votre appui au sol se fait sur l'avant-pied. Vos genoux restent le plus tendus possible. Les pointes de pieds sont tirées vers le haut. Le dos est le plus droit possible. Faites-

les pendant 30sec à 1min.

6. Equilibre-proprioception-coordination

Exercices avec corde à sauter





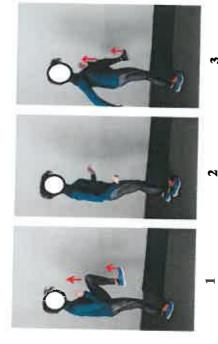






## Flexions de hanches afternées

Travail technique de coordination avec une flexion de hanche dans l'axe puis retour du pied au sol puis flexion Commencez sur place en cloche pied puis avancez sur 10 à avec le genou sur le côté suivi d'un retour du pied au sol. 15m environ. Essayez d'alterner avec l'autre jambe.







44

# Foulées bondissantes à l'aide d'une corde à sauter

Une fois que vous maîtrisez le saut à la corde et les foulées bondissantes, vous pouvez essayer de les associer dans un même exercice. Vous devrez adapter le rythme de rotation de la corde avec la hauteur et la longueur de vos foulées, tout en n'oubliant pas de rester efficace et de conserver une bonne technique.

# Travail sur un membre insérieur

Essayez de tenir en équilibre sur un seul MI. II peut être tendu ou fléchi entre 30° et 45° environ. Faites-le les yeux ouverts pour commencer puis essayez les yeux fermés, Commencez avec les chaussures puis pieds nus, Dans votre progression varier les surfaces avec de l'herbe voire du sable.





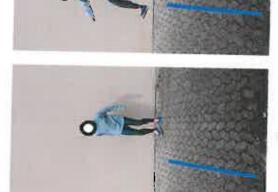
 Les yeux ouverts à deux ou seul face à un mur, lancez une balle par exemple en variant la position du MI en appui (tendu ou fléchi).

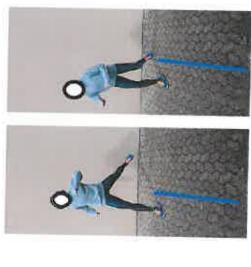




### Bonds latéraux

Faites des bonds latéraux de part et d'autre d'une ligne imaginaire par exemple. A chaque réception, stabilisez votre appui puis enchaînez. Vous pouvez le faire avec chaussures ou pieds nus, sur sol dur puis sur herbe voire même sable.















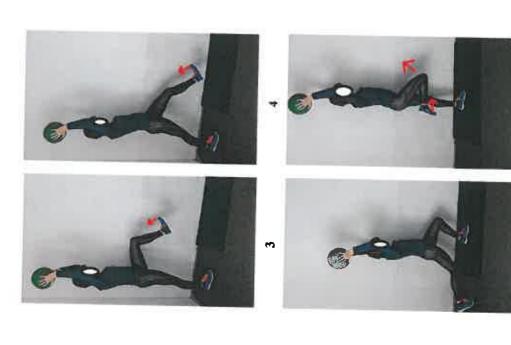
w



- Vers l'avant sur sol dur puis mou (herbe, sable). Un médecine ball peut être tenu au- dessus de la tête. Si vous êtes à deux, l'un travail et l'autre se repose en lui envoyant des balles (ex : tennis) en face à face. Vous pouvez aussi alterner la position des MS (sur les hanches, au-dessus de la tête...).
- Pensez à rester gainé au niveau du bassin lors de l'exercice. Faites-en sur 20m environ.





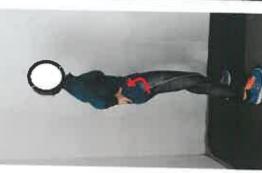


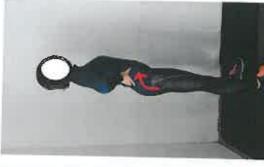
### Sauts type marelle

Pieds joints ou cloche pied. Les genoux sont toujours tendus. On tire la pointe du pied vers le haut.

# Dissociation des mouvements du bassin

Faites un travail d'anté/rétroversion du bassin. Rentrez (= rétroversion; photo 1) et sortez (= antéversion; photo 2) le ventre en vous aidant de vos lombaires.

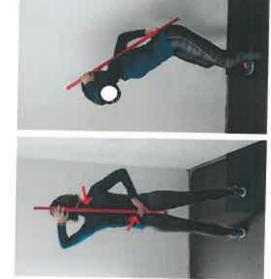






W

Puis placez un bâton dans votre dos en contact avec la nuque et le bas du dos, penchez-vous en avant en maintenant les 2 points de contacts du bâton.



### Voûte plantaire

Faites rouler une balle de tennis sous votre pied pour stimuler vos récepteurs plantaires et améliorer vos sensations.



52

## 7. Les assouplissements

### Notes importantes:

- Les étirements présentés ci-dessous se font de manière passive.
- Ne les réalisez pas dans le cadre d'un échauffement.
- Ces étirements ne doivent pas être réalisés dans un but de récupération.
- Ne les faites pas après un effort intense, une reprise d'activité ou un entrainement/exercice nouveau qui créeront des courbatures. Les courbatures sont dues à de microlésions au sein de vos muscles. Vous risquez de les aggraver en les étirant. Attendez dans ce cas 24h à 48h,
- Pour les pratiquer, faites-les à distance des entrainements intensifs. Placez-les après une séance légère ou un footing léger n'engendrant pas de courbatures ou après un échauffement afin d'y dédier toute une séance. Ne les faites pas 12h avant une compétition, les qualités élastiques de vos muscles s'en verraient altérées.

- Faites 2 à 3 répétitions par muscle ou groupe musculaire avec des temps de maintien compris en 10 et 20sec par exemple et un temps de repos au moins égal. Lors de l'étirement, pensez à souffler, ne bloquez pas votre respiration. Vous ne devez pas avoir mal.
- Vous connaissez peut-être le stretching ou l'avez un peu pratiqué; ce sont des étirements dits actifs que vous pouvez utiliser à l'échauffement. Ils ne sont pas abordés ici mais sachez qu'ils existent et demandent un apprentissage auprès d'un personnel qualifié afin de pouvoir profiter au maximum de leurs effets. N'hésitez donc pas à en parler à des professionnels du sport ou à des M-K.

# → Chaîne musculaire antérieure

### Muscle ilio-psoas

Faites une fente avant. Ne creusez pas vos lombaires, votre tronc reste droit et le MI arrière reste tendu.



54

# Muscles quadriceps et droit fémoral

- Figure 1: faites une fente avant, enfoncez le genou vers le sol. Ne creusez pas vos lombaires.
- Figure 2: tenez-vous à un mur. Prenez votre cheville avec l'autre main, restez droit et amenez votre pied vers la fesse.



-



# → Chaîne musculaire postérieure

### Muscle piriforme

Amenez votre genou vers votre épaule opposée, Attention, ce n'est pas l'épaule qui va vers le genou !





### Muscles fessiers

Assis sur un banc ou une chaise, exercez une poussée légère vers le bas et maintenez la position.



56

## Muscles ischio-jambiers

 Essayez de venir toucher vos pieds avec vos mains. Tirez vos pointes de pieds vers vous.



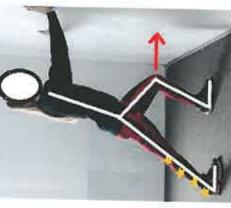
Debout, le dos droit, en appui sur un seul membre inférieur, penchez-vous en avant et tirez la pointe du pied vers le haut.



## Muscles triceps sural

- Figure 1: tenez-vous face à un mur, la pointe du pied contre et le talon au sol. Avancez le bassin vers le mur tout en restant droit. Plus le talon est proche du mur, plus la flexion de cheville est importante et plus l'étirement est important. Le genou reste tendu.
  - Figure 2: tenez-vous face au mur, le membre arrière reste tendu, les pieds sont parallèles entre eux et perpendiculaires au mur. Faites une fente avant en restant droit et en gardant les talons au sol.





## Aponévrose plantaire

- Assis, le genou plié, le talon au sol, venez tirer vos orteils vers vous.



## → Loges latérales et internes

### Muscles adducteurs

- En position assis tailleur, le dos plaqué contre un mur, vos mains au niveau des chevilles, vos coudes sont au niveau des genoux et exercent une légère poussée vers le bas.





Les mains sur le bassin, les pieds parallèles, faites une fente latérale. Le MI où se fait l'étirement reste tendu, le pied bien à plat au sol.



# Muscle tenseur du fascia-lata et tractus ilio-tibia

Face au mur dans cette position, en appui sur le MI en avant, emmenez le bassin vers le côté à étirer.





9

#### → Autres

### Grand dorsal

Croisez le MI du côté à étirer devant vous. Agrippez votre votre thorax vers le côté à étirer et votre MS vers le bras du côté à étirer pour le maintenir en l'air comme sur la photo. La main est tournée vers l'extérieur. Puis poussez plafond. Attention! Votre bassin reste fixe.



### Grand pectoral

- A une avancée de mur ou un encadrement de porte par Mettez-vous en position de fente avant. Puis transférez exemple, placez votre bras comme indiqué ci-dessous. votre poids sur le MI avant pour réaliser une fente et votre MS reste fixé contre le mur.
  - En faisant varier la hauteur de votre MS, vous étirerez les différents faisceaux de votre muscle. La position illustrée, étant intermédiaire, étire le faisceau moyen. Plus haut, vous ciblerez la partie inférieure du muscle et plus bas, la partie supérieure.







### Spinaux lombaires

Tout d'abord, dans cette position, essayer de tendre vos MS contre la résistance de vos mains. Tenez 6sec puis relâchez 6sec. Ensuite, effectuez des mouvements de culbuto d'avant en arrière en gardant les genoux proches de votre poitrine.



Exercice contre résistance



Culbuto 2

Culbuto 1



## Pour plus d'informations

- www.ffa.fr: site de la fédération française d'athlétisme (FFA), vous pourrez en naviguant dans les différentes sous-section trouver des informations supplémentaires.
- www.jaimecourir.fr : en lien avec la FFA, vous y trouverez conseils, plans d'entraînement, etc...
- www.volodalen.com: site où vous aurez, en plus de conseils et plans d'entraînement, des explications biomécaniques et physiologiques pour les plus curieux.
  - www.lacliniqueducoureur.com : site donnant des conseils de prévention, des avis sur les chaussures, des « outils » pour les coureurs.

J'espère que vous avez pris plaisir à lire ce document et qu'il vous servira de la meilleure des manières. Il ne répond peut être pas à toutes vos interrogations, la course à pied est un sujet riche et passionnant où les avis peuvent être très différents en fonction des expériences et croyances de chacun. Si vous avez des doutes sur certains points, n'hésitez pas à me contacter ou à prendre avis auprès d'autres professionnels.

Coubertin a dit: «Chaque difficulté rencontrée doit être l'occasion d'un nouveau progrès »; je vous encourage donc à persévérer dans votre pratique, sans blessure et avec beaucoup de plaisir!

Bonne course!