



**HAL**  
open science

## Blessures en trail et ultratrail

Laura Berruer

► **To cite this version:**

| Laura Berruer. Blessures en trail et ultratrail. Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04741572

**HAL Id: dumas-04741572**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04741572v1>**

Submitted on 5 Nov 2024

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

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

**AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ  
ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION  
FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE**

## **BLESSURES EN TRAIL ET ULTRATRAIL**

**BERRUER Laura**  
**Directeur de mémoire : Mme PORTEFAIX Hélène**

## Remerciements

Je tiens à remercier ma directrice de mémoire, Madame Hélène PORTEFAIX, pour son implication, sa patience, ses conseils et le partage de ses connaissances, utiles à la rédaction de ce mémoire ainsi que pour ses fameuses relectures dans le train.

Je remercie tout le corps enseignant de l'IFMK de Marseille pour l'enseignement et le suivi pendant mes années de formation.

Merci à tous mes tuteurs de stage et autres intervenants au cours de mon cursus, qui m'ont transmis leurs savoir et passion pour cette profession avec chacun leur vision et leur touche personnelle.

J'adresse mes remerciements à ma mère, qui a pris son métier de maitresse à cœur en corrigeant la grammaire et l'orthographe de ce mémoire.

Et enfin je remercie mes amis avec qui j'ai partagé, beaucoup de cours, beaucoup de travaux de groupe, beaucoup de stress mais surtout beaucoup de partage, d'entraide et de bons moments pendant ces quatre années de formation.

### **ABREVIATIONS :**

- ITRA= International trail running association, en anglais
- FFA= Fédération française d'athlétisme
- BF= Biceps fémoral
- TA= Tibial antérieur
- GAS= Gastrocnémiens
- HAM= ischios-jambiers
- RF= Droit fémoral
- SOL= Soléaire
- VAS= Vastes
- GMAX= Grand fessier
- NOS= Newcastle Ottawa scale, en anglais
- MSK= Musculosquelettique
- MI= Membres inférieurs

## Table des matières

<b>1. Introduction</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Définition du trail</b>	<b>1</b>
1.1.1 Généralités	1
1.1.2 Équipement du traileur	2
<b>1.2 Biomécanique et caractéristiques de la course à pied</b>	<b>4</b>
1.2.1 Le cycle biomécanique de la course à pied	4
1.2.2 Implications et adaptations biomécaniques de la course en fonction du terrain en trail	5
1.2.3 Rôles musculaires dans le cycle de la course	7
1.2.4 Paramètres du trail	10
<b>1.3 Facteurs de risque de blessures en trail running</b>	<b>12</b>
<b>1.4 Intérêt de cette revue</b>	<b>13</b>
<b>2. Méthodologie</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Critères d'éligibilité pour ces études</b>	<b>15</b>
2.1.1 Type d'études	15
2.1.2 Population/pathologie	15
2.1.3 Intervention	16
2.1.4 Critère de jugement	16
<b>2.2 Méthodologie de recherche des études</b>	<b>16</b>
2.2.1 Sources documentaires	16
2.2.2 Équation de recherche	16
<b>2.3 Extraction et analyse des données</b>	<b>17</b>
2.3.1 Sélection des études	17
2.3.2 Extraction des données	17
2.3.3 Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées	17
2.3.4 Méthode de synthèse des résultats	18
<b>3. Résultats</b>	<b>19</b>
<b>3.1 Description des études</b>	<b>19</b>
3.1.1 Diagramme de flux :	19
3.1.2 Études exclues	20
3.1.3 Études incluses	20
<b>3.2 Risque de biais des études incluses</b>	<b>28</b>
3.2.1 Grille d'analyse	28
3.2.2 Synthèse des biais	30
3.2.3 Effet de l'intervention	31
<b>4. Discussion</b>	<b>38</b>
<b>4.1 Analyse des principaux résultats</b>	<b>38</b>
4.1.1 Trail court	38
4.1.2 Ultratrail	39
4.1.3 Comparaison trail court et ultratrail :	41
4.1.4 Limites des études	45
<b>4.2 Applicabilité des résultats en pratique clinique</b>	<b>45</b>
4.2.1 Généralités	45
4.2.2 Spécificités	47

4.3 Qualité des preuves .....	49
4.4 Biais potentiels de la revue .....	50
<b>5. Conclusion.....</b>	<b>52</b>
5.1 Implication pour la pratique clinique .....	52
5.2 Implication pour la recherche.....	52
<b>Bibliographie .....</b>	<b>54</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>56</b>

# 1. Introduction

## 1.1. Définition du trail

### 1.1.1 Généralités

La course à pied, un sport très répandu, compte actuellement près de 13 millions de pratiquants en France<sup>1</sup>. Cette popularité s'explique en partie par la diversité des modalités offertes, permettant à chacun de trouver sa discipline de prédilection. On distingue ainsi différentes approches de la course à pied, notamment sur piste (800m, 1500m, 3000m, 5000m...), sur route (5km, 10km, semi-marathon, marathon...), en cross-country et en trail.

Le trail est une discipline qui a gagné en notoriété depuis les années 1990 et a finalement obtenu une reconnaissance officielle mondiale avec la création de l'Association Internationale de Trail Running (ITRA) en 2013 puis son accréditation par l'organisme World Athletics<sup>2</sup> en 2015.

Le site internet *Peyce* qui recense les différentes courses en France compte en 2022 environ 3035 compétitions de trail sur le territoire, soit une augmentation de 17% par rapport à l'année précédente, ce qui dépasse les 2706 courses sur route organisées la même année<sup>3</sup>. Aux Etats-Unis, le nombre de participants aux trails est passé de 4,8 millions en 2009 à 9,1 millions en 2017 (1). Ces chiffres témoignent donc de l'engouement actuel pour cette discipline.

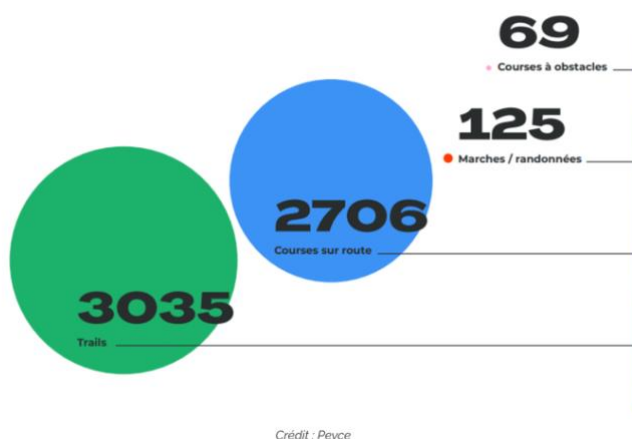


Figure 1 : Nombre de compétitions organisées en 2022 par catégorie selon « Peyce ».

Cette pratique se caractérise par des courses en pleine nature, dans le respect de l'environnement, en semi-auto suffisance, avec un maximum de 20% du parcours sur route pavée ou bitume et avec des variations de dénivelé et de terrain irréguliers, allant des forêts aux montagnes rocailleuses en passant par des déserts sableux. Les parcours sont balisés à l'aide de petits drapeaux, de rubalises et de pancartes afin de guider au mieux les compétiteurs, et des ravitaillements ainsi que des bases de vie avec une équipe médicale sont prévus par l'organisation sur quelques points des parcours (1).

<sup>1</sup> <https://www.athle.fr/>, consulté le 22/09/2023.

<sup>2</sup> <https://worldathletics.org/disciplines/trail-running/trail-running>, consulté le 22/09/2023.

<sup>3</sup> <https://fr.peyce.com>, consulté le 22/09/2023.

Quant aux distances, celles-ci varient considérablement, pouvant aller de quelques kilomètres (trail court) à plusieurs centaines de kilomètres dans le cas des épreuves d'ultratrail<sup>4</sup>. L'organisme World Athletics parle d'ultratrail, ultramarathon ou ultra fond quand la distance du trail dépasse la distance d'un marathon, à savoir 42,195km. Cependant il ne s'agit pas d'un consensus mondial et au sein des différentes fédérations la classification est moins précise et peut se faire différemment. En effet en France on parlera plutôt de trail court en dessous de 42km, de trail long entre 42km et 100km puis d'ultratrail à partir de 100km environ, mais encore une fois cela peut varier selon les courses et leur ratio distance/dénivelé.

Les profils altimétriques des compétitions de trail sont un aspect tout autant important à prendre en compte que la distance. En effet, en fonction des régions et de la nature environnante, il existe des trails avec des successions de montées et descentes courtes donc avec des enchainements succincts de variations de dénivelé positif et négatif. Dans ce cas les traileurs privilégient un entraînement assez dynamique focalisé sur leur capacité à relancer pendant la course. Puis il existe des trails, notamment en montagne, avec des variations de dénivelé plus importantes, c'est-à-dire des montées et descentes plus longues. Dans ce cas l'entraînement est plus focalisé sur la résistance et l'endurance musculaire du traileur et ce type de profil à tendance à imposer aux traileurs de beaucoup marcher dans certaines montées<sup>5</sup>.

Les prémices de cette discipline ont émergé aux États-Unis avec des événements tels que *The Western States 100 Mile Endurance Run* (1974), *Leadville Trail 100* (1983) puis le *Marathon des Sables* au Maroc (1986) ou encore le *Grand Raid de La Réunion* (1989), qui sont désormais des références mondiales et qui attirent chaque année des milliers de personnes.

### 1.1.2 Équipement du traileur

L'un des avantages du trail est son accessibilité vis-à-vis de l'équipement nécessaire à sa pratique. En effet, pour les plus novices, le minimum nécessaire serait une paire de basket adaptée. Cela sous-entend une paire avec une bonne accroche au niveau de la semelle notamment, pour pouvoir défier tout type de terrain.

Nous pouvons couramment trouver deux types de basket : les minimalistes et les maximalistes.

- La chaussure minimaliste se définit par cinq critères : une épaisseur minime donc moins d'amorti, peu voire pas de drop c'est-à-dire pas d'élévation du talon, pas de contrôle de la pronation, un poids très léger et une grande flexibilité. Cette chaussure se veut être au plus proche du naturel afin de laisser le pied le plus libre de mouvements.
- La chaussure maximaliste est à l'inverse plus épaisse avec plus d'amorti, il y a généralement un drop présent et des renforts variés mais notamment anti-pronation. Cela amène à une chaussure moins flexible et peut être plus lourde mais cependant plus confortable<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup> <https://itra.run/About/DiscoverTrailRunning>, consulté le 22/09/2023.

<sup>5</sup> <https://trailencouleurs.run/2019/09/30/trail-technique-ou-roulant-comment-sy-retrouver/>, consulté le 02/10/2023.

<sup>6</sup> <https://lacliniqueducoureur.com/>, consulté le 18/12/2023.



Le type de chaussure peut ainsi avoir un impact sur la dynamique de course du traileur et fait débat quant à leur influence sur le risque de blessures.

Ainsi, certaines études montrent qu'à **court terme**, la transition vers une chaussure minimaliste peut être plus nuisible pour des coureurs réguliers que pour des coureurs occasionnels (2) ainsi que pour les coureurs en surpoids (3).

Cependant cette chaussure permettrait de renforcer la musculature du pied (4).

Quant à la chaussure maximaliste moderne, elle fragiliserait le pied par un affaiblissement de sa musculature.



Figure 2 : Impact de la chaussure sur la course selon « La clinique du coureur »<sup>7</sup>

D'autres équipements peuvent s'avérer nécessaire lors de trails de plus grande distance, comme un sac à dos, afin d'y mettre une réserve d'eau, une réserve alimentaire, ou tout autre matériel obligatoire en fonction de la réglementation propre à chaque course. Son poids varie alors tout au long de la course en fonction des réserves restantes et peut facilement atteindre les deux ou trois kilos que le coureur doit porter sur lui en plus de sa propre masse corporelle.

<sup>7</sup> <https://lacliniqueducoureur.com/>, consulté le 18/12/2023.

## 1.2 Biomécanique et caractéristiques de la course à pied

### 1.2.1 Le cycle biomécanique de la course à pied

La course à pied est un cycle qui se distingue de la marche par une phase aérienne, ou les deux pieds ne touchent plus le sol, contrairement à la marche où il y a systématiquement un pied qui reste en contact avec le sol (5).

Le cycle de course à pied peut se diviser en deux grandes phases successives qui se renouvellent lorsque l'une est terminée (6) :

- 1) Phase d'appui
- 2) Phase de suspension

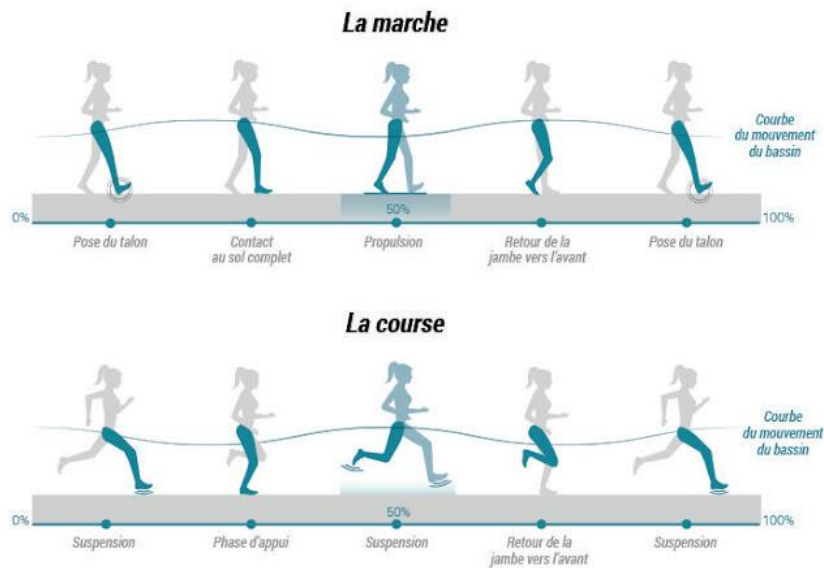


Figure 3 : Phases de la course selon « passion course à pied corde à sauter »<sup>8</sup>

La phase d'appui peut être elle-même divisée en trois sous parties :

- **Contact initial avec le pied (absorption)** dans un premier temps. C'est ici que se fait l'absorption de l'énergie engendrée par le mouvement.
- **Du pied à plat jusqu'au décollage du talon.** C'est durant cette portion du cycle, que le pied est ancré au sol, il y a un déroulement du pied sur le sol.
- **Du talon décollé jusqu'au décollage des orteils (propulsion)** pour terminer. Il s'agit de la préparation à la propulsion pour le pied au sol, tout en continuant l'avancée de l'hémicorps opposé.

La phase aérienne peut elle aussi être divisée en deux sous parties :

- **Phase d'initiation**, directement après le décollage des orteils, le corps se retrouve en suspension. Pendant que le membre inférieur en suspension avance avec la rotation du pelvis, le membre inférieur controlatéral se prépare à son tour se poser au sol.
- **Phase de terminaison.** Lors de cette phase, le deuxième membre controlatéral voit ses orteils se décoller et sa phase aérienne commencer, tandis que le membre inférieur homolatéral se prépare à toucher le sol (6).

<sup>8</sup> <https://passioncourseapiedetcordeasauter.blogspot.com/2017/06/biomecanique-de-la-course-conseils-pour.html>, consulté le 2/12/2023.

Il y a deux moments de suspension complète, c'est-à-dire que les deux membres inférieurs ne touchent pas le sol, lors de cette phase. Le premier se situe au tout début de la phase d'initiation, après la propulsion et le second se situe à la fin de la phase de terminaison juste avant l'absorption.

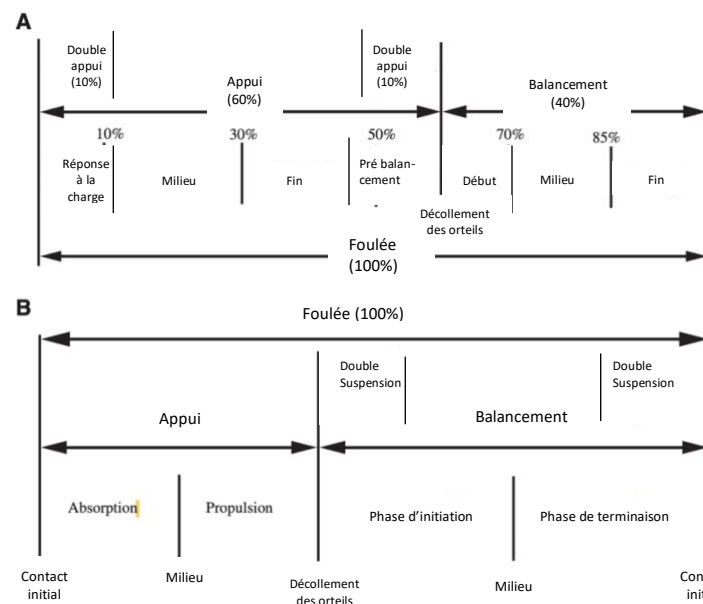


Fig. 4. Gait cycle with phases and individual components. (A) Walking. (B) Running. (From Ounpuu S. The biomechanics of walking and running. Clin Sport Med 1994;13(4):843-63; with permission.)

Figure 4: Description et comparaison des différentes phases du cycle de la marche (A) et de la course à pied (B), (6).

Plus les distances des trails sont longues et plus il y a de dénivelé donc notamment en ultratrail, plus les coureurs optent pour une stratégie d'économie visant à **varier entre la marche et la course** afin de ne pas s'épuiser et tenir jusqu'au bout de la course.

### 1.2.2 Implications et adaptations biomécaniques de la course en fonction du terrain en trail

#### → En fonction de la surface

Courir sur une surface irrégulière implique une augmentation de la proprioception afin d'éviter les déséquilibres permanents ainsi qu'une variation des patterns moteurs (7) afin d'obtenir une réponse mécanique la plus appropriée possible au terrain et de « *stimuler les réflexes intrinsèques d'absorption* »<sup>9</sup>.

Ainsi le coureur peut être contraint à varier son approche au sol en posant une partie du pied plutôt qu'une autre afin de mieux s'adapter au terrain, comme par exemple lors d'une traversée de rivière sur des cailloux ou il va sans doute devoir seulement poser ses avant pieds, faute d'espace.

Une surface molle :

- Augmente les processus de stabilisation du traileur
- Augmente la pronation (8)
- Augmentation de la triple flexion afin d'emmener le centre de gravité plus près de son pivot au niveau de la hanche pour minimiser l'énergie nécessaire (9).
- Augmente la charge sur la chaîne musculaire médiale

<sup>9</sup> <https://lacliniqueducoureur.com/>, consulté le 18/12/2023.

Une surface dure :

- Incite le coureur à modérer son impact au sol par des adaptations mécaniques (10)
- Augmente la charge sur la chaîne musculaire postérieure tout en diminuant celle sur la chaîne antérieure

La difficulté d'adaptation se fait alors pendant les changements de surfaces ou le corps doit subitement s'adapter à un nouveau terrain alors qu'il a pris l'habitude d'un autre.

→ [En fonction du dénivelé](#)

**Attaque du pas au sol :**

En fonction du terrain et du dénivelé, l'attaque du pied au sol ne sera pas la même.

Mais de manière générale, sur un terrain plat, les coureurs récréationnels, qui ne prêtent pas forcément attention à leur façon de courir ont tendance à poser **l'arrière pied** au sol en premier (11).

En descente c'est également l'arrière pied qui touche le sol en premier, ceci évite au corps de basculer en avant et permet de maintenir un certain équilibre.

Lors d'une montée, progressivement, les coureurs ont tendance à changer leur approche du sol en attaquant avec le **médio-pied** ou **l'avant pied** selon le degré de la pente (12).

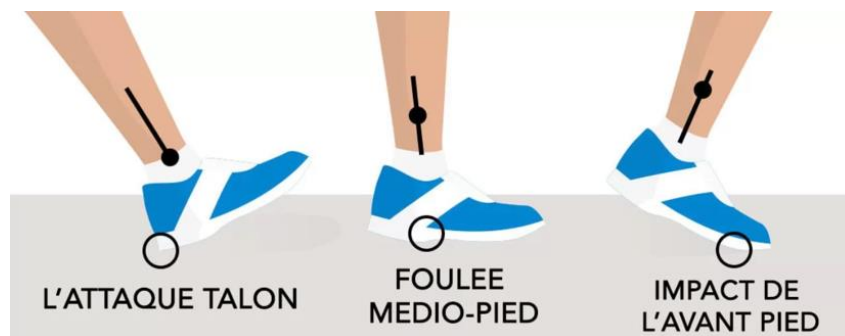


Figure 5 : Les différentes attaques du pied au sol par « l'Athlé expliqué »<sup>10</sup>

**Biomécanique des articulations :**

Encore une fois, en fonction de la pente, la position des articulations des membres inférieurs va être sujette à des variations, dans le but de l'optimisation de la course.

Lors d'une course en **descente** :

- **La cheville** est en flexion plantaire maximale plus prononcée de 8° dans une pente à -10° comparé en terrain plat (13).
- **Le genou** voit sa flexion maximale lors du pas postérieur augmenter également, passant de 50,3° sur du plat à 53,5° pour une pente à 10° (à une vitesse de 12km/h). Inversement, lorsque le talon va toucher le sol, c'est-à-dire lorsque le membre inférieur est en avant, sa flexion maximale diminue en passant de 20,6° sur du plat à 15,4° dans une pente à 10° (14).
- **La hanche** voit son angle de flexion maximal diminuer au fur et à mesure que la pente s'accroît et inversement son angle d'extension maximal devient plus important plus la pente augmente. En effet sur un terrain plat à 12km/h la hanche est en moyenne à 18,9° d'extension maximale alors qu'à la même vitesse pour une pente à -10°, la hanche est en moyenne à 19,6° maximum (14).

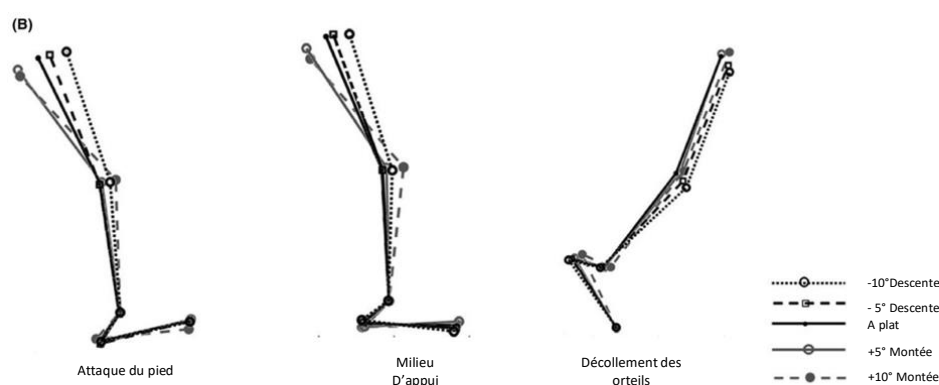
<sup>10</sup> <https://athleexplique.fr/foulees-attaque-talon-medio-pied-ou-avant-pied/>, consulté le 2/12/2023.

Lors d'une course en **montée** avec une pente à  $+10^\circ$ , comparativement à une course sur plat (13):

- **La cheville** est en flexion dorsale maximum accentuée de  $8^\circ$ .
- **Le genou** est fléchi de  $22^\circ$  de plus, lors du maximum de sa flexion.
- **La hanche** a une flexion maximale de  $14^\circ$  de plus.

Nous pouvons donc noter qu'en montée, le membre inférieur a une triple flexion accentuée afin de s'adapter à une pente montante. Les secteurs angulaires sollicités peuvent se rapprocher des amplitudes maximales ce qui peut être plus contraignant.

Cela suggère également un recrutement musculaire différent, avec notamment un recrutement majoré en course interne.



**FIGURE 2** Configuration of body segments at foot-strike, mid-stance, and toe-off across the three speeds during LR (panel A) and configuration of body segments at foot-strike, mid-stance, and toe-off across the five grades ( $-10^\circ$ ,  $-5^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $+5^\circ$ , and  $+10^\circ$ ) and the speed of 3.33 m/s (panel B)

Figure 6: Différentes angulations articulaires des membres inférieurs selon la pente (13).

### 1.2.3 Rôles musculaires dans le cycle de la course

Différents muscles sont sollicités à différents niveaux de puissance afin de soutenir le corps et d'assurer la propulsion lors des différentes phases du cycle de la course (15).

#### → Phase d'appui :

Lors de la **sous-phase d'absorption**, par ordre croissant, il y a un recrutement :

- Du **biceps fémoral** (BF) avec une puissance de **400 W** (W) maximum, qui va ensuite diminuer assez brutalement pour arriver à la sous-phase d'appui suivante. Celui-ci a un rôle majeur pour verrouiller le genou lors de l'impact au sol.
- Du **tibial antérieur** (TA) avec une puissance maximale de **100 Watts** qui va directement chuter une fois le contact au sol établi.
- Des **gastrocnémiens** (GAS) avec une puissance d'environ **60 W** maximum, qui va drastiquement diminuer dès le début.
- Des **ischio-jambiers** (HAM) avec une puissance qui augmente à partir du contact au sol jusqu'à atteindre **50 W**.
- Du **droit fémoral** (RF) qui permet d'absorber l'énergie et de stabiliser le corps lors de l'impact au sol.

Ensuite lors de la **deuxième sous-phase**, celle du déroulement du pied au sol, il va y avoir un recrutement musculaire :

- Du **soléaire** (SOL), avec une puissance maximale d'environ **400 W**. Celui-ci a donc un rôle très important lors du passage du pas du talon vers les orteils. Il va permettre l'absorption de l'énergie du membre inférieur homolatéral et du tronc jusqu'au milieu de la phase d'appui, puis va ensuite générer cette énergie à ces mêmes parties du corps.
- Des **vastes** (VAS), avec une puissance maximale d'environ **200 W**.
- Du **grand fessier** (GMAX), avec une puissance de **180 W** assez régulière, formant un plateau sur le graphique. Son recrutement est l'un des plus longs, le temps du déroulement du pied au sol et donc le temps que le membre inférieur passe de la flexion de hanche à l'extension de hanche. Il permet principalement le soutien du tronc ainsi que la propulsion du corps vers l'avant.

Nous pouvons également noter un début de recrutement à nouveau des gastrocnémiens qui sera maximal à la phase d'après.

Pour la **phase de propulsion** de la phase d'appui, nous pouvons observer un recrutement :

- Des **gastrocnémiens**, au début de cette dernière sous-phase, avec une puissance maximale d'environ **90 W**. Puis leur puissance diminue jusqu'à atteindre 0 W peu après le début de la phase de suspension. Ils assurent la propulsion de la partie finale de la phase d'appui.
- Les **ischio-jambiers**, sont de nouveau légèrement recrutés avec une puissance maximale de **40 W**. Leur puissance diminue avec une pente douce jusqu'à atteindre également 0 W lors du début de la phase suivante. Ils vont permettre la propulsion avec le quadriceps.
- Du **droit fémoral**, qui va permettre la propagation du corps vers l'avant et va transmettre son énergie aux ischio-jambiers. Ces deux groupes musculaires vont ainsi travailler en synergie.

#### → [Phase de suspension :](#)

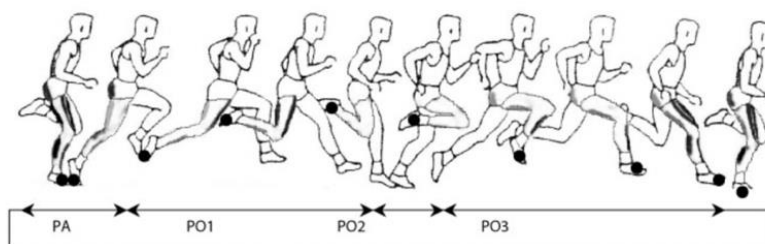
Nous passons ensuite à la deuxième grande phase du cycle.

Dans sa **phase d'initiation**, représentant la première moitié de la suspension, nous pouvons observer un recrutement :

- Du **biceps fémoral**, pour la seconde fois, mais à moindre puissance cette-fois-ci puisque la puissance maximale est **150 W**. Et cette activité musculaire en contraction s'arrête avant le passage en phase de terminaison.
- De **l'ilio-pectoraux** (IL) à une puissance maximale d'environ **90 W**. C'est dans cette phase qu'il a l'action la plus importante de flexion de la hanche pour passer le membre inférieur de la position d'extension jusqu'à la position de flexion de hanche, donc pour emmener le membre inférieur en avant.
- Du **droit fémoral**, sur la fin de l'initiation, à une puissance d'environ **50 W** maximum. Ce recrutement et cette puissance tendent à diminuer sur la fin de cette étape.
- Léger du **tibial antérieur**, puisqu'il a une puissance maximale de **30 W**, cependant sa contraction et cette puissance sont à peu près maintenues jusqu'à la fin de la phase de suspension, afin de soulever le pied et d'éviter que la pointe de pied ne tombe vers le sol. Il permet aussi de déplacer le centre de gravité au-dessus des orteils.

Enfin dans la **phase de terminaison** pendant la suspension, nous observons un recrutement :

- Des **vastes**, pour une puissance maximale de **100 W**.
- Du **tibial antérieur**, dans la continuité de son action lors de la phase précédente, de manière relativement constante.
- De **l'ilio-pectoraux**, qui est en déclin, ce qui correspond à la suite de la diminution de son action commencée lors de la phase d'initiation.



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).

Figure 7 : Activité musculaire des muscles GAS, TA, VL, RF et BF au cours d'un cycle de foulée à vitesse moyenne à 15km/h (9).

Le temps d'activité des principaux muscles acteurs lors d'un cycle peut être résumé en pourcentages. Cependant leur temps de recrutement et leur mode de contraction diffèrent en fonction du profil de la course.

Voici alors les muscles acteurs de la course à pied, associés à leur durée d'activité (lors d'une course à plat, en montée et en descente) (16) :

	Course sur plat :	Course en montée :	Course en descente :
<b>Droit fémoral</b>	<b>30%</b>	<b>39%</b>	<b>27%</b>
<b>Biceps fémoral</b>	28%	<b>37%</b>	25%
<b>Gastrocnémiens</b>	30%	<b>40%</b>	<b>35%</b>
Tibial antérieur	20%	20%	23%
<b>Soléaire</b>	<b>48%</b>	<b>47%</b>	<b>50%</b>
Grand fessier	25% (17)	/	/

Tableau I : Comparaison selon la pente des durées d'activité des différents muscles acteurs de la course à pied (en % par rapport à un cycle de foulée qui représente 100%).

#### En montée :

Il y a donc une plus longue action du droit fémoral (+9%), du biceps fémoral (+9%) ainsi que des gastrocnémiens (+10%) pendant une course en montée par rapport à une course sur plat.

D'après une étude réalisée à l'INSEP (Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance) (18), en **côte montante**, nous pouvons également noter une « **moins activation du biceps fémoral et du semi-tendineux (ischio-jambiers) lors de la phase d'appui** » ceci étant dû au fait que son rôle principal pour verrouiller le genou lors de la course sur plat, comme vu précédemment, soit important ici puisque l'énergie restituée au moment de l'impact au sol lors d'une montée est plus faible.

Nous avons également « **une moins activation du vaste latéral avant l'appui au sol lors de la fin de la phase de suspension.** »

A l'inverse, « **il y a une plus grande activation des gastrocnémiens lors de la phase d'appui ainsi que du grand fessier lors de la fin de la phase de suspension avant l'appui au sol.** » Ces muscles sont positionnés en course externe et doivent balayer l'ensemble des trois courses afin d'assurer la propulsion lors d'une montée, ce qui explique la nécessité d'une plus grande activation.

*Pour les muscles tibial antérieur, droit fémoral et soléaire il y aurait une trop « grande variabilité inter-sujets, c'est-à-dire que selon les personnes tel muscle était plus activé soit sur du plat soit en côte ».*

#### En descente :

Nous pouvons donc noter qu'il y a des différences beaucoup plus légères lors d'une course en descente en comparaison avec une course sur plat. En effet, il y a une moindre action du biceps fémoral (-3%), des gastrocnémiens (-5%), du tibial antérieur (-3%) et un temps d'action du soléaire légèrement supérieur (+2%).

De plus, nous pouvons noter que dans ce type de pente, la contraction des muscles en excentrique devient prédominante. En effet, « *le travail excentrique des muscles antigravitaires, tels que les extenseurs de genoux, les muscles des compartiments tibiaux antérieur et postérieur et des extenseurs de hanche, est accentué* »(19).

Nous avons donc une grande variation dans l'utilisation et le recrutement des fibres musculaire lors de la pratique du trail.

Lors d'ultratrails, ces schémas de course sont alors répétés un très grand nombre de fois pendant de nombreuses heures et avec des variations de dénivelé encore plus conséquentes qu'en trail. Le corps va alors essayer d'économiser de l'énergie en diminuant l'intensité de ses différentes contractions musculaires (20), alors qu'en trail court au contraire il va y avoir un maximum d'intensité lors des contractions musculaires car l'effort sera plus court.

#### 1.2.4 Paramètres du trail

La course à pied se définit avec plusieurs paramètres :

- La **vitesse**, elle permet de distinguer la marche de la course car cette dernière sera plus élevée. En effet la distance parcourue par unité de temps en course à pied est comprise entre 5mph (miles per hour) et 10mph voir plus pour la course de vitesse de type sprint (5).
- La **cadence**, correspond au nombre de pas fait en un temps défini.
- La **foulée**, correspond au moment où le pied quitte le sol jusqu'à ce qu'il entre de nouveau en contact avec le sol pour le même membre inférieur donné.
- La **longueur de pas**, correspond à la distance entre le point où les orteils se décollent du sol et le point où le même pied touche à nouveau le sol.

#### → Variations de ces paramètres :

Tous ces paramètres, contrairement à la course sur route ou sur piste, sont irréguliers lors du trail. En effet, le terrain étant la plupart du temps lui-même irrégulier (parsemé de cailloux, de racines et avec d'importantes variations de dénivelé) les foulées et longueurs de pas des traileurs varient énormément en fonction du sol et de ses embûches et la vitesse tout comme la cadence changent en fonction du dénivelé. Ces paramètres varient également avec la distance du trail à parcourir toujours dans une optique d'économie et à laquelle s'ajoute aussi la fatigue lors des ultratrails notamment.

Il est parfois nécessaire de diminuer sa foulée, en effet lors d'une montée celle-ci diminue d'environ 20,5% comparativement à la course sur surface plane et inversement lors d'une descente, celle-ci augmente d'environ 16,2%. En parallèle, en montée, la cadence de la course a tendance à augmenter pour essayer de compenser les foulées plus petites (12).



→ [Impacts de ces paramètres sur la dynamique de course :](#)

La variation de ces paramètres peut entraîner une variation des paramètres de la course et peut aussi avoir un impact sur le risque de blessures.

De manière générale, en réduisant leur longueur de foulée de 10% par rapport à leur longueur de foulée préférentielle (c'est-à-dire la foulée avec laquelle ils courent habituellement, sans intervention) tout en augmentant de 5% leur vitesse par rapport à leur vitesse préférentielle, les coureurs peuvent réduire de 3 à 6% le risque de fracture de fatigue (21).

La diminution de la longueur de foulée couplée à l'augmentation de la vitesse revient donc à faire de plus petits pas plus rapidement, c'est-à-dire à augmenter la **cadence** de course.

Ainsi, en augmentant la cadence de pas par rapport à la cadence habituelle du sportif, le temps de contact au sol est augmenté de 0,3% lorsque le coureur est à +5% de sa cadence préférentielle et de 0,8% lorsqu'il est à +10% de sa cadence préférentielle (22).

Donc, d'augmenter ce temps d'impact au sol par l'augmentation de la cadence de 10% tend à réduire considérablement **l'absorption d'énergie mécanique** au niveau des articulations. Cette énergie diminue de 20% par rapport à la position préférentielle et est finalement répartie plus équitablement lors de son absorption entre le genou et la cheville et tend à diminuer l'absorption d'énergie par la hanche.

Quant à **l'énergie générée**, celle-ci reste proportionnelle pour chaque articulation mais elle diminue de 20% comparativement à la position préférentielle.

En résumé, l'augmentation de la **cadence de course permet de réduire la quantité d'énergie et de mieux la répartir entre les articulations**, ce qui limite le risque de blessures.

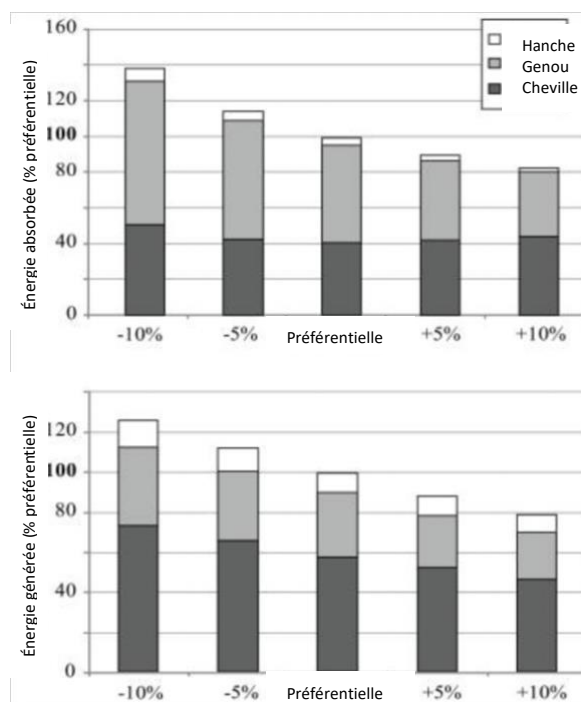


Figure 8: Pourcentages d'énergies absorbées et générées par les différentes articulations (22).

### 1.3 Facteurs de risque de blessures en trail running

Comme toutes les pratiques sportives, le trail peut engendrer des pathologies avec une fourchette d'incidence globale relevée de 0,7 à 61,2 pour 1000 heures de trail pratiquées (23). Néanmoins, cette revue ne fait pas la différence entre les différentes distances de trail.

La majorité des blessures surviendrait lors des changements d'entraînement (24).

On distingue alors deux types de facteurs de risque : les facteurs de risque **intrinsèques** et les facteurs de risque **extrinsèques** (23).

#### → Facteurs de risque intrinsèques :

Il s'agit des facteurs relatifs à la personne elle-même, sur lesquels nous ne pouvons pas toujours agir, tels que son âge, son sexe, sa taille et d'autres sur lesquels il est parfois possible d'agir tels que son poids, ou son expérience dans le domaine.

Nous pouvons ainsi noter les facteurs intrinsèques suivant présentant un risque de blessure pour les pratiquants (23):

- Niveau sportif faible
- Age trop jeune
- Score élevé au PAD-22 (tient compte de cinq facteurs psychologiques : recherche de sensations, prise de risque, perception de ses compétences, perception du risque et esprit de compétition)

A l'inverse, être plus âgé ou avoir plus d'expérience dans les ultratrails diminuerait le risque de blessure.

#### → Facteurs de risque extrinsèques :

Ce sont des facteurs qui concernent l'environnement de la personne, son mode de vie ou d'entraînement tel que le nombre d'heures d'entraînement par semaine ou encore le fait de fumer ou boire de l'alcool.

Nous répertorions ainsi les facteurs extrinsèques suivants comme étant un risque de se blesser pour le traileur (23) :

- Pas d'échauffement avant le trail
- Pas de programme d'entraînement
- Entraînements sur du goudron uniquement
- Plus de deux entraînements par jour
- Plus de trois heures d'entraînement par jour
- Profession quotidienne physique
- Statut marital célibataire
- Temps de course plus long
- Changements de surface, qui augmenteraient le risque de blessures traumatiques

Parmi ces facteurs de risque extrinsèque nous pouvons relever « un temps de course plus long » mais cela n'est pas clairement défini. Nous ne savons pas si cela sous-entend une distance plus longue ou bien les personnes mettant le plus de temps pour rallier la ligne d'arrivée.

## 1.4 Intérêt de cette revue

Comme vu précédemment, le trail est une discipline en plein essor dans le monde entier depuis une vingtaine d'années.

Cet engouement est également visible à travers les recherches scientifiques. En effet, sur la base de données scientifiques Pub Med, en lançant une recherche avec le mot « trail running », on remarque que le nombre de documents publiés accroît grandement à partir des années 2010 jusqu'à aujourd'hui et le premier article publié date seulement de 1974. Alors que si nous faisons la même recherche avec le mot « running » la première publication date de 1803.

Nous pouvons également comparer le nombre de publications pour l'année 2023 pour chacune des deux disciplines : nous obtenons 3 819 publications pour le « running » contre 39 publications pour le « trail running » en 2023<sup>11</sup>.

Nous constatons donc qu'il s'agit d'une discipline suscitant un intérêt important pour la population mondiale mais qu'elle reste cependant encore **peu étudiée scientifiquement** par rapport à sa popularité.

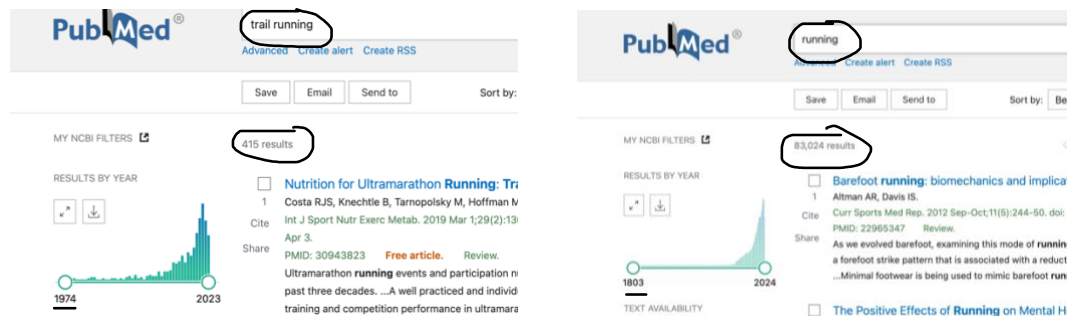


Figure 9 : recherches site internet Pubmed.

Nous venons également de voir qu'il s'agit d'une discipline sportive qui peut engendrer des risques de se blesser pour le pratiquant.

Une étude réalisée par le ministère français chargé des sport et l'Institut National de la Jeunesse et de l'Éducation Populaire (INJEP) en 2020, met en évidence les sports les plus touchés par les blessures. Parmi ces sports, le trail se hisse à la deuxième place du classement, après

Le rugby, avec 14,8% des personnes ayant pratiqué cette discipline qui se sont blessés au moins une fois dans les 12 derniers mois précédant l'étude (25).

<sup>11</sup> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>, consulté le 07/11/2023.



*Source : INJEP, MSJOP, Enquête nationale sur les pratiques physiques et sportives, 2020.  
 Champ : Ensemble des pratiquants âgés de 15 ans ou plus résidant en France, France entière.  
 Lecture : 16,4 % des personnes ayant pratiqué le rugby au moins une fois au cours des 12 derniers mois déclarent s'être blessées (fracture, entorse, claquage, tendinite, malaise, etc.)*

Figure 10 : Taux de victimes de blessures par discipline (25).

De plus, les kinésithérapeutes sont souvent présents sur les évènements de trail, sur le parcours ou à l'arrivée avec l'équipe médicale afin de prodiguer des soins aux coureurs.

La revue de Francis & al (26) publiée en 2018, a mis en évidence les différentes caractéristiques des blessures liées à la course à pied. Ainsi, nous retrouvons le genou en site anatomique préférentiel des blessures avec une prévalence de 28% et le syndrome fémoro-patellaire comme blessure principale liée à la course à pied, avec une incidence de 17%. Nous remarquons une variété des blessures dans la course à pied, allant des blessures musculaires aux blessures articulaires (ménisques) et blessures des membranes osseuses (périostites tibiales).

Il apparaît alors important d'étudier les différentes épidémiologies de ces blessures, tout comme cela a été fait pour la course à pied (26), aussi bien pour le trail que pour l'ultratrail afin de prévenir au mieux la survenue de ces blessures ainsi que pour adapter leur prise en charge et les conseiller ou orienter du mieux possible dans leur pratique sportive, en fonction du type de distance.

## 2. Méthodologie

### 2.1 Critères d'éligibilité pour ces études

#### 2.1.1 Type d'études

Pour cette revue de type étiologique, nous avons recherché dans la littérature des études scientifiques **observationnelles**, c'est-à-dire sans intervention sur l'état de santé de la population.

Celles-ci peuvent être de deux types :

- **Descriptives** (transversales, longitudinales, cas clinique) : elles vont faire un état des lieux de la santé d'une population.
- **Analytiques** (cohorte, cas/témoins, transversales) : elles cherchent à identifier un lien entre un facteur de risque et la survenue d'une pathologie.

Nous avons donc inclus des études transversales analytiques (cross sectional study). C'est une étude réalisée à un instant T et où l'on va étudier l'association entre une variable indépendante et dépendante.

Leur niveau de preuve est inférieur aux études de cohorte ou cas/témoins, cependant les résultats de nos recherches d'articles scientifiques sur cette discipline ne nous offrent que des études de ce type-là, du fait de la difficulté d'être reproductible étant donné les variations infinies de parcours, terrains, dénivelé ou conditions météorologiques qu'il y a dans cette discipline.

#### 2.1.2 Population/pathologie

Pour inclure les études, les patients étudiés doivent être des traileurs courant des distances de trail ou bien d'ultratrail, en compétition ou non.

Afin d'avoir un échantillon le plus représentatif possible de la population pratiquant cette discipline, nous n'avons pas ajouté de restriction au niveau des caractéristiques démographiques (âge, poids, sexe...) ni des caractéristiques de l'entraînement (fréquence, durée, type de surface...). Il n'y a donc pas d'autres limitations dans les critères d'inclusion que celles fixées par les réglementations des compétitions ou celles fixées par les études elles-mêmes.

Pour s'inscrire à une compétition de trail les organisateurs demandent un âge minimal en fonction de la distance et du dénivelé selon un barème officiel publié par la fédération concernée dans chaque pays. La Fédération Française d'Athlétisme (FFA) limite la catégorie cadet ou U18 (correspondants à 16 et 17 ans) à 15 kilomètres, la catégorie junior ou U20 (correspondant à 18 et 19 ans) à 25 kilomètres et les catégories espoir ou U23 (correspondant à 20, 21 et 22 ans), senior (jusqu'à 35 ans) et master (au-delà de 35 ans) ne sont plus limitées quant au nombre de kilomètres<sup>12</sup>. En ne mettant pas de limite d'âge dans nos critères d'inclusions nous pouvons alors avoir une différence de moyenne d'âge naturellement dans nos populations en trail et en ultratrail de par les restrictions réglementaires des fédérations.

Toutes les distances de trail et d'ultratrail ont été incluses ainsi que toutes les variations de dénivelé.

Nous avons exclu de notre analyse toutes les études qui ne spécifiaient pas qu'elles concernaient des courses « off road » (hors route), de même que les études portant sur la course à pied sur route, les études axées sur les athlètes de trail professionnels, ainsi que les études qui ne se penchaient pas sur les problèmes musculosquelettiques.

---

<sup>12</sup> <https://www.athle.fr/>, consulté le 02/10/2023.

### 2.1.3 Intervention

Pour l'intervention il s'agit d'avoir déjà couru un trail ou un ultratrail.

### 2.1.4 Critère de jugement

Le critère de jugement principal est la survenue d'une blessure musculo-squelettique.

Les critères de jugements secondaires sont le type de blessure et leur localisation.

## 2.2 Méthodologie de recherche des études

### 2.2.1 Sources documentaires

Afin de mener à bien la réalisation de cette revue de littérature, des bases de données scientifiques ont été investiguées :

- **Pub Med** : il s'agit de la plus grande base de données scientifiques mondiale. Elle regroupe articles scientifiques, livres, revues de littérature...
- **Cochrane Library** : il s'agit d'une bibliothèque avec plusieurs bases de données de médecine/santé.
- **Kinédoc** : il s'agit d'une base de données spécialisée en masso-kinésithérapie.
- **Pedro** : il s'agit d'une base de données sur la physiothérapie fondée sur les preuves. Elle recense des revues de littérature, recommandations de bonnes pratiques, articles scientifiques.

### 2.2.2 Équation de recherche

Afin de répertorier tous les articles correspondants à notre question étiologique, les mots clés suivant ont été utilisés, selon le modèle PICO (Population, Intervention, Comparateur, Critère de jugement) :

Population	Traileur, Trail	Trail runner, Trail running
Intervention	Distance	Distance
Comparateur	/	/
Critère de jugement	Blessure, Facteur de risque	Injury, risk factor

Ces termes clés ont été inclus dans le MeSH (Medical Subject Headings), un système qui catalogue, classe, traduit et suggère des synonymes pour tous les mots liés au domaine biomédical.

Nous obtenons alors les mots suivants en anglais : athletes, running, musculoskeletal injuries, wounds.

Il en découle les équations de recherche suivantes pour chacun des moteurs de recherche :

- Pub Med: *“(trail runner OR trail running OR athletes OR running) AND (injuries OR musculoskeletal injuries OR wounds)”*
- Cochrane Library: *“trail running injury”* ou *“(runner OR running) AND (injury OR musculoskeletal injury)”*
- Kinédoc: *“blessures en trail”*
- Pedro: *“trail running injury”*

## 2.3 Extraction et analyse des données

### 2.3.1 Sélection des études

A partir des équations vues précédemment sur les différents moteurs de recherche, nous avons obtenu un total de 10 articles. Nous avons mené ces recherches de septembre 2023 jusqu’au 19 décembre 2023.

Il y a ensuite eu une sélection parmi tous ces articles afin de ne conserver que ceux correspondant aux critères nécessaires à la rédaction de notre revue.

En effet, il y d’abord eu la lecture des titres qui a permis de faire un premier tri, puis la lecture des abstracts et enfin la lecture intégrale des articles.

Ces différentes étapes nous ont amenées à conserver seulement les articles ayant un schéma d’étude compatible avec notre revue.

### 2.3.2 Extraction des données

Une fois la sélection des études effectuée par lecture intégrale des articles, nous en avons extrait seulement les données pertinentes et utiles pour la rédaction de cette revue.

Nous avons donc extrait à l’aide du PICO les données relatives au type d’étude, à la population participante, au type de trail, aux questionnaires diffusés, à l’épidémiologie des blessures recensées.

D’autres données telles que les facteurs de risques ont également pu être extraites mais dans un but informatif, pour la partie Introduction.

### 2.3.3 Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

La qualité méthodologique des articles retenus a été évaluée à l’aide de la *Newcastle Ottawa Quality Assessment Scale (NOS)*, et plus précisément de la version adaptée aux études transversales. Celle-ci est disponible en [annexes](#).

Cette échelle permet donc d’évaluer la qualité des études étiologiques non-randomisée.

Pour évaluer ces articles, cette échelle est divisée en trois parties :

- Sélection
- Comparabilité
- Critères de jugement

Chacune de ces parties présente des sous-parties et un total de 9 étoiles maximum est attribué en fonction du respect ou non des critères nécessaires pour atteindre une qualité optimale.

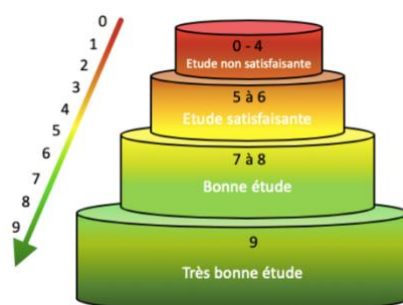


Figure 11 : Notation et qualité méthodologique selon l'échelle NOS

Nous notons de nouveau ici que les études transversales représentent un niveau de preuve ainsi qu'une qualité moindre par rapport aux études de type cohorte ou cas/témoins.

Nous tiendrons compte également des limites de cette échelle. En effet, la validité de celle-ci est discutable mais les résultats restent fiables si, lors de son utilisation pour l'élaboration d'une revue, ses utilisateurs prennent en considération la qualité de leurs études dans leurs résultats (27).

Études	Sélection (max 5★)				Comparabilité (max 1★)	Critères de jugement (max 3★)	
	Représentativité des cas	Taille de l'échantillon	Taux de non-réponse	Évaluation de surveillance ou dépistage		Évaluation des résultats	Test statistiques
					Les potentiels facteurs de confusion ont été étudiés dans des sous-groupes d'analyses ou dans des analyses à plusieurs critères		

Tableau II : échelle NOS adaptée aux études transversales.

### 2.3.4 Méthode de synthèse des résultats

Le but de l'analyse de ces résultats est d'obtenir une vue d'ensemble sur les pathologies musculo-squelettiques récurrentes en trail et ultratrail et d'en faire la comparaison. Nous recherchons à étudier l'épidémiologie de ces blessures, leur type, leur localisation, leur fréquence...

Pour cela nous allons donc établir un tableau pour chaque étude intégrée dans cette revue afin d'y faire ressortir les caractéristiques importantes de ces blessures et de faciliter la comparaison entre les résultats pour les trails courts et ceux concernant les ultratrails.

Nous évaluerons également la qualité méthodologique de chacun des articles à l'aide de l'échelle NOS modifiée, vue précédemment, pour mettre en évidence si nécessaire les biais possibles de nos résultats liés à la réalisation de ces études.



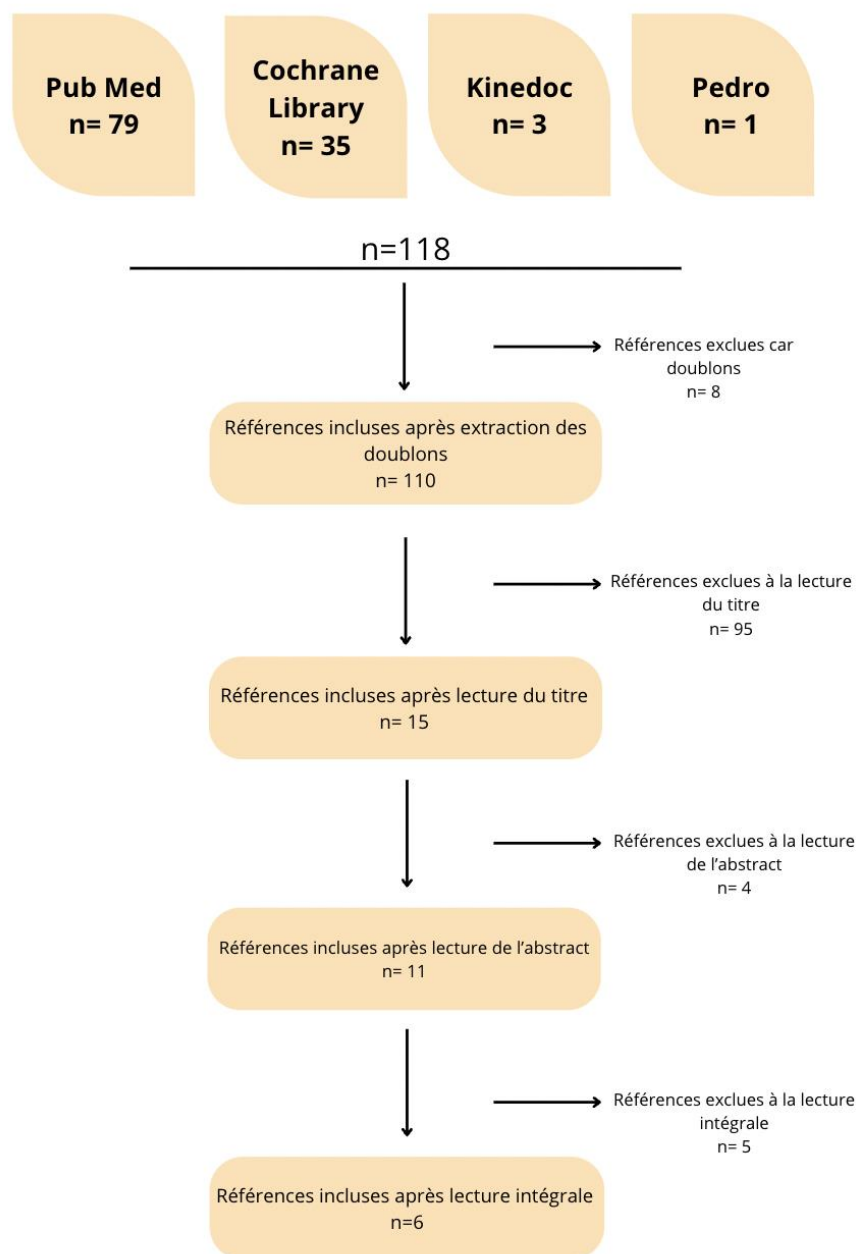
### 3. Résultats

#### 3.1 Description des études

##### 3.1.1 Diagramme de flux :

A partir des recherches dans les bases de données avec nos mots clés, nous avons obtenu un total de 118 articles : 79 pour Pub Med, 35 pour Cochrane, 3 pour Kinedoc et 1 pour Pedro. Parmi ceux-là, 8 doublons ont été retrouvés puis exclus, ce qui nous donne un total de 110 articles différents. Suite à la lecture des titres de ces articles, 95 ont été exclus. Puis, 4 autres articles ont été exclus après lecture de l'abstract et enfin 5 derniers ont également été exclus après lecture intégrale. Nous avons donc au final 6 articles inclus pour notre analyse.

Pour résumer cette recherche nous avons fait un diagramme de flux :



### 3.1.2 Études exclues

5 études ont été exclues après lecture intégrale des articles pour différents motifs détaillés ci-dessous :

Étude	Motif d'exclusion
<b>Hoffman et Fogard, 2011 (28)</b>	Le but de l'étude est d'explorer les caractéristiques démographiques des coureurs et les problèmes qu'ils ont pu subir affectants leurs performances sportives. Il s'agit donc d'une étude centrée sur la recherche de performance plus que sur les blessures musculosquelettiques.
<b>Scheer et Murray, 2011 (29)</b>	Le schéma de l'étude ne rentre pas dans nos critères puisqu'il s'agit d'une étude observationnelle.
<b>Matos &amp; al, 2021 (30)</b>	Les distances des trails ne sont pas précisées, il n'y a pas de distinction entre trail et ultratrail.
<b>Sanchez Garcia &amp; al, 2022 (31)</b>	La population est trop restrictive et non représentative de la réalité car il s'agit là de jeunes traileurs entre 15 et 22 ans et de plus la distance des trails n'est pas précisée.
<b>Viljoen &amp; al, 2021 (32)</b>	Il n'y a pas de distinction entre les différentes distances de trail dans les résultats.

### 3.1.3 Études incluses

Les 6 études retenues après leur lecture intégrale des articles sont les suivantes :

« Independent Risk Factors Predicting Gradual Onset Injury in 2824 Trail Running Race Entrants: SAFER XVIII Study »

**Viljoen & al, 2021 (33)**

-

« Study of injury and illness rates in multiday ultramarathon runners »

**Krabak & al, 2011 (34)**

-

« Influence de la distance de course sur les blessures musculo-squelettiques en ultratrail »

**Broglin & al, 2017 (35)**

-

« Muskuloskeletal injuries in Mountain Running Races: a 5 seasons study »

**Gonzalez-Lazaro, 2020 (36)**

-

« Prevalence of injury in ultratrail running »

**Malliaropoulos & al, 2015 (37)**

-

« One in five trail running race entrants sustained an injury in the 12 months training period before the 2021 Mac Mac Ultra race »

**Jooste & al, 2023 (38)**

Ainsi, quatre de ces études portent sur l'ultratrail (Krabak & al, 2011 ; Broglin & al, 2017 ; Malliaropoulos & al, 2015 ; Jooste & al, 2023) et les deux autres sur le trail (Viljoen & al, 2021 ; Gonzalez-Lazaro, 2020).

Pour chacune des études incluses, voici un tableau récapitulatif décrivant la méthode, les participants, l'intervention, les critères de jugement et les résultats de l'étude.

Pour la partie « résultats » de chacune des études, une figure récapitulative du détail des zones anatomiques concernées par les blessures est disponible en [annexe](#).

**Viljoen & al, 2021 (Trail court)**

« Independent Risk Factors Predicting Gradual Onset Injury in 2824 Trail Running Race Entrants: SAFER XVIII Study »

Méthode	Participants	Intervention	Outcomes	Résultats
<p><b>Étude transversale analytique.</b></p> <p><u>Durée de l'étude</u> 1 ans</p> <p><u>But</u> Déterminer les facteurs prédictifs d'apparition de blessure liées à la course et synthétiser les caractéristiques de ces blessures.</p> <p><u>Méthodologie</u> Questionnaire médical pré-course.</p> <p>Création de 2 groupes pour l'analyse statistique des données : - groupe contrôle sans blessure (n=2486) - groupe « blessés » (n=338)</p>	<p><b>2824 participants :</b></p> <p><u>Age</u> 1597 hommes 1227 femmes</p> <p><u>Sexe</u> 1131 personnes sur 10km 1693 sur 22km</p> <p><u>Distance</u> 857 &lt; 30 ans 1022 =31-40 ans 666= 41-50 ans 279&gt; 51 ans</p>	<p>Courir une des deux distances en compétition de trail : 10km ou 22km.</p>	<p>1)Observer s'il y a un historique de blessure liée à la course dans les 12 derniers mois.</p> <p>2)Rechercher s'il y aurait un lien entre l'apparition de blessure et 3 catégories de variables indépendantes que sont : -Caractéristiques démographiques et distance de course (10 ou 22km) -Variables d'entraînements -Antécédent de maladie chronique</p>	<p><b>Taux de blessures : 123,6 pour 1000 coureurs</b> IC 95% : 110-140) 349 blessures liées à la course reportées par 338 compétiteurs.</p> <p><u>Caractéristiques des blessures</u> Détails de leur localisation : en <a href="#">annexes</a>.</p> <p><u>Principales pathologies</u> Syndrome de la bandelette ilio-tibiale (22%) Tendinopathie d'Achilles (10%) Blessure des ischio-jambiers (9%)</p> <p><u>Facteurs de risque</u> ↗ Prévalence blessures si distance plus longue (<math>P&lt;0,0001</math>) ↗ Prévalence si score composite de maladie chronique plus important (<math>P=0,0012</math>) ↗ Prévalence si historique d'allergie (<math>P=0,0056</math>)</p>

**Krabak & al, 2011 (Ultratrail)**

« Study of injury and illness rates in multiday ultramarathon runners »

Méthode	Participants	Intervention	Outcomes	Résultats
<p><b>Étude transversale analytique.</b>  <u>Durée de l'étude</u>                      1 an (2005 à 2006)</p> <p><u>But</u>                      Décrire les blessures et maladies des compétiteurs d'un ultratrail en étapes.</p> <p><u>Méthodologie</u>                      1)                      Questionnaire pré-course (caractéristiques démographiques des participants et consentement)</p> <p>2)                      Recensement blessures</p> <p>3)                      Classification des blessures via un formulaire standardisé lors des points de contrôle (fin de chaque étape et fin de course).</p>	<p><b>303 participants.</b>                      Sur l'une ou plusieurs des 4 courses d'ultratrail à étapes.</p> <p><u>Sexe</u>                      79,2% hommes                      20,8% femmes</p> <p><u>Age</u>                      18,8% = 18-29ans                      41,2% = 30-39ans                      22,4% = 40-49ans                      14,6% = 50-59ans                      3% &gt; 60ans</p>	<p>Courir la compétition d'ultratrail de 250km en 5 étapes réparties sur 7 jours.</p>	<p>1)Sévérité des blessures</p> <p>2)Type de blessure (médical, musculosquelettique ou lié à la peau)</p> <p>3)Localisation des douleurs</p> <p>4)Facteurs de risques de blessure en lien avec l'âge, le sexe ou le temps de course des participants.</p>	<p><b>Taux de 716,2 blessures MSK pour 1000 coureurs.</b></p> <p><u>Caractéristiques des blessures</u>                      -94,7% = blessures mineures                      -74,3% = liées à des problèmes cutanés.                      -18,2% = musculosquelettiques.                      -7,5% = maladies/ problèmes médicaux.                      -5,3% = problèmes majeurs (</p> <p>-Pathologie la plus commune= tendinopathie</p> <p>-Détails de leur localisation : en <a href="#">annexes</a>.</p> <p><u>Facteurs de risque</u>                      -Âge <math>\nearrow</math> de 10 ans = moins de blessures MSK (0,2, IC :95% - 0,3 a -0,1).                      -Les femmes ont 0,16 fois plus de problèmes médicaux que les hommes.                      -Le temps de course ne semble pas être associé à un risque accru de blessures.</p>

**Broglin, & al, 2017 (Ultratrail)**

« Influence de la distance de course sur les blessures musculo-squelettiques en ultratrail »

Méthode	Participants	Intervention	Outcomes	Résultats
<p><b>Étude transversale analytique</b></p> <p><u>Durée de l'étude</u> Diffusion questionnaire = 6 mois (Juin 2013 à décembre 2013)</p> <p><u>But</u> Observer les effets de la distance de course sur les blessures musculo-squelettiques en compétition.</p> <p><u>Méthodologie</u> Questionnaire rétrospectif (via sites internet de 4 ultratrails emblématiques) 3 axes : -Caractéristiques anthropométriques et d'entraînement. -Caractéristiques blessures. -Récupération après course et reprise des entraînements.</p>	<p><b>2161 réponses au questionnaire.</b> Personnes ayant couru un ou plusieurs ultratrail de 2010 à 2013 parmi 4 événements sélectionnés.</p> <p><u>Distance</u> 60-70km = 229 100-120km = 1037 170km = 753 &gt; 300km = 142</p> <p><u>Sexe</u> 90% hommes 10% femmes</p> <p><u>Age</u> L'âge moyen = 42,6 ans (↗ distance = ↗ âge moyen)</p>	<p>Avoir couru l'un ou plusieurs des 4 ultratrails sélectionnés pour l'étude, entre 2010 et 2013.</p>	<p>1)Taux d'abandon et leur cause</p> <p>2)Caractéristiques des blessures</p>	<p><b>302,75 blessures pour 1000 coureurs.</b></p> <p><u>Caractéristiques des blessures</u></p> <p>-↗ blessures sur 60-70km et 300km -73% = d'apparition progressives et 27% = traumatiques sur ultratrail - 170km et 300km = plus de traitement par les équipes médicales -Détails de leur localisation : en <a href="#">annexes</a>.</p> <p><u>Blessures traumatiques fréquentes :</u> -entorses -problèmes musculaires -contusions</p> <p><u>Blessures d'apparition progressive fréquentes :</u> tendinopathies.</p> <p>Autre catégorie de blessure : -ampoules -frottements (↗ pour distances les plus longues).</p>

**Gonzalez-Lazaro, 2020 (Trail court)**

« Muskuloskeletal injuries in Mountain Running Races: a 5 seasons study »

Méthode	Participants	Intervention	Outcomes	Résultats
<p><b>Étude transversale analytique.</b></p> <p><u>Durée de l'étude</u> De 2015 à 2019 = 5 saisons de compétitions.</p> <p><u>But</u> Examiner les caractéristiques et le taux de blessures MSK sur trail court de 20 à 42km.</p> <p><u>Méthodologie</u> Questionnaire rétrospectif rempli par les participants ayant vu l'équipe médicale lors d'une des compétitions de trail concernées entre 2015 et 2019. Puis analyse descriptive.</p>	<p><b>4831 compétiteurs.</b> Parmi des coureurs amateurs en Espagne</p> <p><u>Sexe</u> 91% hommes 9% femmes</p> <p><u>Age</u> De 18 à 72 ans</p>	<p>Courir une compétition de trail court entre 2015 et 2019, parmi les compétitions sélectionnées pour l'étude (entre 20 et 42km).</p>	<p>1)Relever les caractéristiques des blessures : -Sévérité -Type -Localisation</p> <p>2)Relever le taux de blessures</p>	<p><b>5,9 blessures pour 1000 coureurs.</b></p> <p><u>Caractéristiques des blessures</u> Principalement mineures (75%) Détails de leur localisation : en <a href="#">annexes</a>.</p>

**Malliaropoulos & al, 2015 (Ultratrail)**  
« Prevalence of injury in ultratrail running »

Méthode	Participants	Intervention	Outcomes	Résultats
<p><b>Étude transversale analytique.</b></p> <p><u>Durée de l'étude</u> /</p> <p><u>But</u> Établir un taux de blessures MSK en ultratrail, investiguer les zones anatomiques sensibles, déterminer d'éventuels facteurs prédictifs afin d'aider à la prévention et la rééducation des blessures.</p> <p><u>Méthodologie</u> Questionnaire rétrospectif épidémiologique</p> <p>Athlètes séparés en 2 groupes (niveau A et niveau B) en fonction de critères attribuant des crédits (sexe, âge, niveau de difficulté des courses effectuées, performance). Niveau A= moins de crédits que la moyenne Niveau B= plus de crédits que la moyenne</p>	<p><b>40 compétiteurs</b></p> <p><u>Sexe</u> 36 hommes 4 femmes</p> <p><u>Age</u> Moyenne = 38,4 ans</p> <p><u>Groupe de niveau</u> Niveau A = 13 Niveau B = 19</p>	<p>Avoir couru un ou plusieurs ultratrails.</p>	<p>1)Les caractéristiques des blessures :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Type</li> <li>-Localisation</li> <li>-Grade de sévérité</li> <li>-Chronicité</li> <li>-Symptômes</li> <li>-Traitement</li> </ul> <p>2)Facteurs de risque recherchés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Niveau A ou B</li> <li>-Expérience dans la course à pied</li> <li>-Entraînements (terrain, nombre...)</li> <li>-Type de travail</li> </ul>	<p><b>3375 blessures pour 1000 coureurs.</b></p> <p><u>Caractéristiques des blessures</u> -82,2% = surutilisation. - Détails de leur localisation : en <a href="#">annexes</a>.</p> <p><u>Blessures les plus fréquentes</u> Fracture de stress (20%) Syndrome de la bandelette Iliotibial (15%)</p> <p><u>Zones plus sensibles aux blessures sévères de grade 4</u> (Symptômes chroniques) Tendons d'Achille (75%) Région lombaire (58,82%) Pied face dorsale (53,84%)</p> <p><u>Zones les plus sujettes à la chronicité</u> Tendons d'Achilles (87,5%), Région lombaire (70,58%) Hanche (64,27%) Pied face dorsale (63,63%)</p> <p><u>Facteurs de risque</u></p> <p>↗ blessures :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Travail physique (<math>P=0.058</math>).</li> <li>-Groupe de niveau A plutôt que du groupe de niveau B (<math>P=0.067</math>)</li> <li>-Expérience de plus de 6 ans (<math>P=0.001</math>)</li> </ul> <p>↘ blessures :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Entraînement surtout sur terrains montagneux plutôt que sur route/piste (<math>P=0.0004</math>).</li> <li>-Suivi d'un programme spécifique (<math>P=0.0995</math>)</li> </ul>



**Jooste & al, 2023 (Ultratrail)**

« One in five trail running race entrants sustained an injury in the 12 months training period before the 2021 Mac Mac Ultra race »

Méthode	Participants	Intervention	Outcomes	Résultats
<p><b>Étude transversale analytique</b></p> <p><u>Durée de l'étude</u> Environ 1 an (12 mois avant la compétition)</p> <p><u>But</u> Déterminer l'épidémiologie, les caractéristiques cliniques et les facteurs de risque des blessures chez les participants au Mac Mac ultratrail 2021.</p> <p><u>Méthodologie</u> Questionnaire médical pré course pour les personnes inscrites sur l'ultratrail (Caractéristiques démographiques, mode et fréquence d'entraînement, expérience dans la course à pied)</p>	<p><b>251 compétiteurs</b></p> <p>Inscrits sur l'ultratrail Mac Mac 2021.</p> <p><u>Sexe</u> 181 hommes 70 femmes</p>	<p>Courir sur l'un des formats de Mac Mac ultratrail (46km, 80km, 161km, 322km).</p> <p><u>Distance de course</u> 46km = 156 80km = 58 161km = 289 322km = 9</p>	<p>1)Caractéristiques des blessures : -La prévalence -La fréquence -L'incidence annuelle</p> <p>2)Facteurs de risque</p>	<p><b>199,2 blessures pour 1000 coureurs</b></p> <p><u>Caractéristiques des blessures</u> -Détails de leur localisation : en <a href="#">annexes</a>.</p> <p><b>-Muscles = tissus les plus atteints par les blessures (60%) avec les lésions musculaires et des tendinopathies</b></p> <p><u>Facteurs de risques</u> ↗ Blessures : -Le sexe (<math>P=0,168</math>) -Distance de course de 46km (<math>P=0,123</math>) -Nombre d'entraînement de course hors trail &gt; 3 par semaine (<math>P=0,082</math>)</p> <p><b>Non statistiquement significatif</b></p>

## 3.2 Risque de biais des études incluses

### 3.2.1 Grille d'analyse

Nous avons évalué les biais de chacune des études incluses à l'aide de la version adaptée aux études transversales de la *Newcastle Ottawa Quality Assessment Scale (NOS)*, décrite dans la partie « méthodologie » et reporté les résultats dans le tableau suivant.

Nous rappelons qu'il s'agit ici d'une évaluation qualitative, qui se fait sur un total de 9 étoiles maximum, réparties sur 7 critères différents.

ETUDES								TOTAL /9
	Représentativité des cas	Taille de l'échantillon	Taux de non réponses	Outil de dépistage/surveillance	Étude des potentiels facteurs de confusion par sous-groupes d'analyse ou par analyses à plusieurs critères	Évaluation des résultats	Test statistiques	
VILJOEN & AL 2021	★	★	★	★	★	★	★	7★
KRABAK & AL, 2011	★		★	★		★		5★
BROGLIN & AL, 2017	★	★	★	★	★	★	★	7★
GONZALEZ-LAZARO & AL, 2015	★	★	★		★	★	★	6★
MALLIAROPOULOS & AL, 2020			★	★	★	★	★	5★
JOOSTE & AL, 2023	★		★	★	★	★	★	6★

Tableau III : Évaluation de la qualité de nos six études avec l'échelle NOS adaptée aux études transversales.

### 3.2.2 Synthèse des biais

Nous allons développer les résultats des biais obtenus dans le tableau précédent.

Pour cela, nous classons les biais en 3 catégories :

- Biais de sélection
- Biais de mesure
- Biais d'évaluation

Nous retrouvons des **biais communs à toutes les études** :

#### Biais de sélection :

Le recrutement des participants pour chacune des études (à part l'étude de Krabak & al) se fait sur la base du volontariat à partir de la diffusion d'un questionnaire portant sur les caractéristiques démographiques et sur leurs blessures. On peut donc supposer que les personnes blessées ont été plus susceptibles de répondre à ce questionnaire, se sentant plus concernées par l'étude vis-à-vis de leur blessure. Ainsi, la population n'est pas exactement représentative de la population totale participant à la compétition de trail.

#### Biais de mesure :

Chacune des études a diffusé un questionnaire aux coureurs, mais chacune a créé son propre questionnaire que ce soit à partir de recommandations ou en fonction de leurs besoins pour l'étude. En effet, il n'existe à ce jour pas de questionnaire de référence, valide et reproductible pour ce genre d'étude. La plupart des études (exceptée celle de Gonzalez-Lazaro & al) ont donc décrit leur questionnaire dans l'article.

#### Biais d'évaluation :

Les résultats des blessures sont reportés via le questionnaire par les patients eux-mêmes et non à l'aveugle, ce qui représente un risque de biais.

Puis, plus spécifiquement, certaines études possèdent d'autres biais supplémentaires à relever :

#### **Krabak & al 2011 :**

##### Biais de sélection :

La taille de l'échantillon est trop faible (échantillon légèrement inférieur à 400 participants).

##### Comparabilité :

La méthodologie de l'analyse des données n'est pas clairement décrite.

##### Biais d'évaluation :

Les tests statistiques utilisés n'ont pas été décrits.

#### **Gonzalez-Lazaro & al, 2020 :**

##### Biais d'évaluation :

Les participants à l'étude ont dû remplir un formulaire standardisé mais l'article ne nous donne pas plus d'informations sur son contenu, il n'est pas décrit.

### **Malliaropoulos & al, 2015 :**

#### Biais de sélection :

La taille de l'échantillon est trop faible puisqu'il n'y a que 40 participants à l'étude.

De plus, le mode de recrutement n'est pas clair, puisqu'il n'est pas précisé comment ces 40 coureurs d'ultratrail ont été recrutés, mis à part le fait qu'ils remplissaient les critères nécessaires, à savoir avoir une participation active sur des compétitions de trail et courir sur des distances plus longues que le marathon.

Nous ne pouvons donc pas juger si l'échantillon semble représentatif ou non de la population.

### **Jooste & al, 2023 :**

#### Biais de sélection :

La taille de l'échantillon est là aussi inférieure à 400 participants, donc trop faible.

### 3.2.3 Effet de l'intervention

N'ayant pas de questionnaire valide et reproductible existant à ce jour pour les blessures en trail, nous n'avons donc pas réellement de critère de jugement pour nos études.

Nous pouvons cependant observer l'effet de l'intervention à travers les paramètres étudiés dans chaque étude : l'incidence ou le taux de blessure, leur type, leur localisation.

De plus, certaines études ont recherché de potentiels facteurs de risque d'apparition des blessures.

#### 3.2.3.1 Trail court

A partir des deux études sur le trail court nous avons un total de **7655 participants**.

### **Gonzalez-Lazaro & al**

Ici, le but de l'étude est d'examiner la sévérité, le type et la localisation des blessures musculosquelettiques chez des coureurs de trail de 20km à 42km sur 5 saisons de compétitions, ainsi que d'établir le taux de blessures.

4831 personnes âgées entre 18 et 72 ans ont participé à cette étude, dont 91% d'hommes.

#### Caractéristiques des blessures :

- Au total, 28 blessures ont été reportées, soit un **taux de 5,9 blessures pour 1 000 coureurs**.
- 75% de ces blessures étaient mineures (permettant au compétiteur de continuer sa course).
- Les membres inférieurs, notamment les chevilles (32%) et les genoux (14%) étaient les zones majoritairement touchées.

#### Facteurs de risque :

- Les tranches d'âges de 30-39 ans et 40-49 ans étaient les plus sujettes aux blessures.
- 79% des blessés étaient des hommes et 21% des femmes.

Selon cette étude, les blessures musculosquelettiques en trail court ne représentent pas un taux très élevé et sont la plupart du temps mineures. Elles concernent majoritairement les hommes.

## Viljoen & al

Le but de cette étude est de déterminer les facteurs de risque prédisant l'apparition de blessures en compétition de trail court de 10 ou 22km.

Pour cela, 2824 coureurs dont 57% d'hommes et 43% de femmes, ont participé à l'étude.

### Caractéristiques des blessures :

- Un total de 349 blessures a été reporté, soit une **incidence annuelle de 13% (ou un taux de 123,6 blessures pour 1 000 coureurs)**.
- Les membres inférieurs et plus particulièrement les genoux sont les plus touchés (35%).

### Facteurs de risque :

- La prévalence de blessures est équivalente chez les hommes et les femmes : 12% (P=0,7722).
- Le groupe d'âge le plus concerné par les blessures est celui de 31-40 ans (P=0,1246).
- Les personnes en compétition sur la plus grande des 2 distances (22km) sont les plus blessées (P<0,0001).
- D'autres facteurs tels qu'avoir une maladie chronique (P=0,0012) ou avoir des allergies (P=0,0056) favoriseraient le risque de blessure.
- Le nombre d'années d'expérience en tant que coureur semble avoir un impact sur l'apparition de blessures. Plus celui-ci augmente, plus le risque de blessures est accrue (P=0,0014).

**Table 7.** Independent risk factors that predict a history of GORRIs in the past 12 mo (multiple regression analysis)

	Blessure liée à la course % (95% IC)	PR (95% CI)	P value
Distance de course (km)			
10	9 (7–11)	1.9 (1.5–2.4)	<0.0001 <sup>a</sup>
22	17 (15–20)		
Historique de maladie chronique			
Score composite de maladie chronique <sup>b</sup>		Augmentation de 2 unités :	0.0012 <sup>a</sup>
0	12 (10–14)	1.6 (1.3–2.1)	
2	19 (15–23)		
4	30 (20–46)		
Historique d'allergie			
Allergies ?			
Oui	18 (14–22)	1.6 (1.2–2.0)	0.0056 <sup>a</sup>
Non	11 (10–13)		

Ajusté pour l'âge et le sexe.

GORRI= Gradual Onset Running Related Injury= blessure liée à la course ; PR= Ratio de Prévalence

<sup>a</sup> Statistiquement significatif

<sup>b</sup> Le nombre composite de 10 blessures chroniques pour un individu (variable continue)

Tableau IV: Facteurs de risques indépendants pouvant prédire un historique de blessure liée à la course dans les 12 derniers mois (33).

Donc ici, le sexe ou l'âge ne seraient pas des facteurs de risque de blessures mais la distance parcourue ainsi qu'un historique de maladie chronique ou d'allergie le seraient.

### 3.2.3.2 Ultratrail

A partir des quatre études sur l'ultratrail, nous avons un total de **2848 participants**.

#### Krabak & al

Le but de cette étude est de décrire les blessures et maladies chez les compétiteurs d'un ultratrail de 250km en étapes sur 7 jours.

396 compétiteurs ont participé à cette étude, dont 79,2% d'hommes et 20,8% de femmes.

#### Caractéristiques des blessures :

- Un total de 1173 blessures, soit un taux de **3871,3 blessures pour 1000 coureurs** (IC :95%, 3652,9-4049,3).
- 94,7% des blessures sont considérées comme mineures et seulement 5,3% majeures.
- Les **symptômes cutanés** (notamment les ampoules et hématomes) sont la **cause principale pour laquelle les coureurs consultent l'équipe médicale** (70%).
- Les blessures musculosquelettiques représentent 19% des visites médicales, avec en premier lieu les **tendinopathies**. Les membres inférieurs sont les principaux concernés à 92,6% (73,7% pour les pieds, 8,6% pour les jambes, 4,9% pour les chevilles et 3,5% pour les genoux).

#### Facteurs de risque :

Le sexe et l'âge ont été analysés comme potentiels facteurs de risque dans cette étude.

- Une augmentation de 10 ans d'âge serait associée à 0,5 fois moins de blessures/maladies (IC :95%, -0,08 ; -0,02), à 0,2 fois moins de blessures musculosquelettiques (IC :95%, -0,03 ; -0,01) ainsi qu'à 0,4 fois moins de symptômes cutanés (IC :95%, -0,06 ; -0,01), en tenant compte du sexe et du temps de course.
- Le sexe féminin aurait 0,16 fois plus de maladies (IC :95%, 0,01 ; -0,30) et 0,16 fois plus de blessures musculosquelettiques (IC :95%, -0,17 ; 0,50), en tenant compte de l'âge et du temps de course.

TABLE 5. Demographic risk factors for all injuries/illnesses, medical illnesses, MSK injuries, and skins disorders among ultramarathon runners, 2005–2006.

Facteurs de risque	Blessures & maladies $\beta^a$ (95% CI)	Maladies $\beta^a$ (95% CI)	Blessures MSK $\beta^a$ (95% CI)	Pb cutanés $\beta^a$ (95% CI)
Age (année <sup>-1</sup> )	-0.05 (-0.08 to -0.02)	0.002 (-0.004 to 0.007)	-0.02 (-0.03 to -0.01)	-0.04 (-0.06 to -0.01)
Femme	0.59 (-0.32 to 1.5)	0.16 (0.01-0.30)	0.16 (-0.17 to 0.50)	0.28 (-0.51 to 1.06)

<sup>a</sup> Ajusté avec les heures de course

MSK= Musculosquelettique

Pb= problèmes

Tableau V: Facteurs de risque démographiques pour les blessures musculosquelettiques, problèmes médicaux, symptômes cutanés lors de l'ultramarathon (34).

## Broglin & al

Le but de cette étude est d'en apprendre davantage sur l'effet de la distance sur les blessures musculosquelettiques en ultratrail et mieux connaître les sites anatomiques les plus touchés et les typologies les plus fréquentes sur chaque distance (60-70, 100-120, 170 et 300km).

2161 personnes ont répondu à cette étude, dont 90% d'hommes et 10% de femmes.

### Caractéristiques des blessures :

- Les blessures sont plus fréquentes sur les distances 60-70km et 300km avec des **prévalences respectives de 31,4% et 39,4%**, donc des **taux de 314 et 394 blessures pour 1000 coureurs**. Tandis que les distances 100-120km et 170km ont des **prévalences plus faibles** (respectivement **22,3% et 28%**, soit des **taux de 223 et 280 blessures pour 1000 coureurs**). En moyenne sur l'ensemble de l'étude, cela représente **302,75 blessures pour 1000 coureurs**.

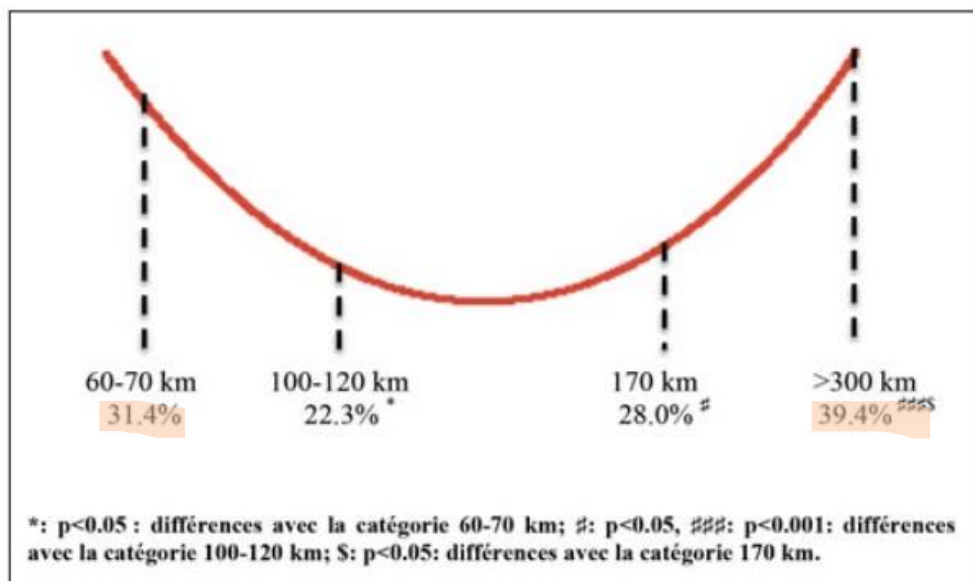


Figure 12: Prévalence des blessures au cours des quatre catégories d'épreuves (35).

- 73% des blessures sur ces ultratrails sont d'apparition progressive** contre seulement 27% d'origine traumatique. Ces dernières sont majoritairement retrouvées lors des deux catégories de distances les plus courtes.
- Le genou (28%), le pied (22%) et la cheville (12%) sont les sites anatomiques les plus touchés, ainsi que la face antérieure de la cuisse (14%) principalement pour la catégorie 300km.
- Le type de blessure le plus fréquent est l'entorse de cheville pour les blessures traumatiques et la **tendinopathie** pour les blessures d'apparition progressive.
- Les catégories au-dessus de 100km sont très sujettes aux **blessures liées aux frottements, de type ampoules ou cloques**.



## Malliaropoulos & al

Cette étude a pour but de rechercher le taux de blessure musculosquelettiques chez des coureurs d'ultratrail, de rechercher les zones anatomiques les plus sensibles et de chercher de potentiels facteurs de risque.

40 coureurs de trails sur des distances plus longues que le marathon ont été recrutés.

### Caractéristiques des blessures :

- **90% des participants ont rapporté au moins une blessure** pour un total de 135 blessures. La moyenne étant de 3,38 blessures par personne, soit un **taux de 3375 blessures pour 1000 coureurs**.
- **82% des blessures sont des blessures de sur sollicitation**. Le type de blessure le plus fréquent est la fracture de stress (environ 20%), suivi du syndrome de la bandelette iliotibial (15%).
- La **région lombaire et les genoux** sont les principales zones anatomiques blessées, rapportées par les coureurs (respectivement 42% et 40% des coureurs). Puis la hanche et la cuisse (35% des coureurs), le pied et la jambe (27,5% des coureurs).

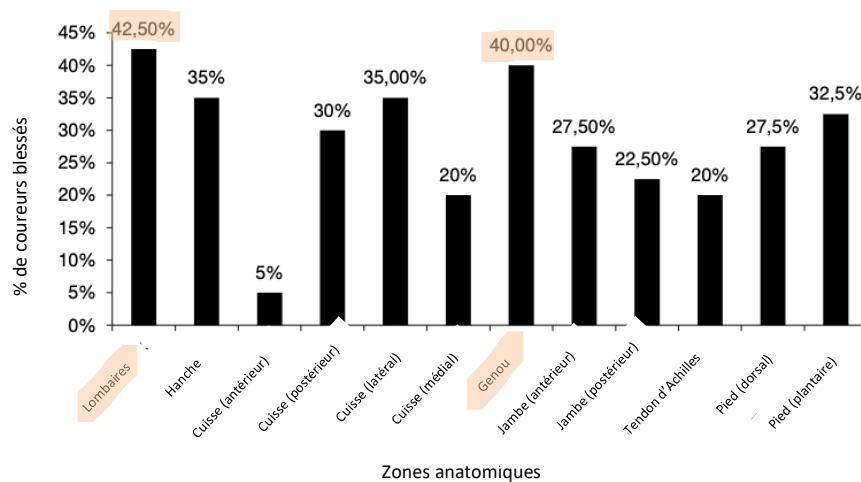


Figure 13: Sites anatomiques touchés par les blessures (37).

- Les zones les plus sensibles aux blessures les plus sévères, de grade 4 (correspondant à des symptômes chroniques) sont les tendons d'Achille (75%) puis la région lombaire (58,82%) suivi par le pied face dorsale (53,84%).
- Les zones les plus sujettes à la chronicité de la blessure sont les tendons d'Achilles (87,5%), la région lombaire (70,58%), l'articulation de la hanche (64,27%) puis le pied face dorsale (63,63%).

### Facteurs de risque :

- Les coureurs ont été répartis en 2 groupes de niveaux en fonction de plusieurs critères (sexe, âge, niveau de difficulté des courses passées...) : niveau A pour ceux ayant plus de crédits que la moyenne et niveau B pour ceux ayant moins de crédits. Les coureurs classés dans le niveau A ont en moyenne plus de blessures que ceux du niveau B ( $p=0,067$ ).
- Les coureurs les plus expérimentés (plus de 6 ans) sont plus sujets aux blessures que les novices ( $p=0,001$ ).
- Les coureurs s'entraînant principalement sur des terrains de type trail ont moins de blessures que ceux s'entraînant sur route ( $p=0,0004$ ).

- Avoir suivi un programme d'entraînement spécifique est associé à un risque de blessures plus faible ( $p=0,0995$ ).

Table 4. Statistically significant associations between the predicting factors and mean number of injury ( $n = 135$ )

Facteurs	Nombre moyen de blessures $\pm SD$	$p$
Type de travail		
Mental	3.77 $\pm$ 2.26	0.058*
Physique	4.62 $\pm$ 3.62	
Sports/militaires	2.14 $\pm$ 1.79	
Niveau du coureur		
Niveau A	4.69 $\pm$ 3.32	0.067*
Niveau B	2.74 $\pm$ 1.87	
Expérience de course (en années)		
<6	2.14 $\pm$ 1.68	0.001**
>6	4.73 $\pm$ 2.72	
Terrain d'entraînement		
Asphalte	6.16 $\pm$ 2.32	0.0004***
Tartan	2.88 $\pm$ 1.26	
Montagne	1.84 $\pm$ 1.57	
Programme d'entraînement spécifique		
Oui	1.36 $\pm$ 0.95	0.0995*
Non	5.33 $\pm$ 2.05	

\*  $p < 0.1$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.001$

Tableau VI : Association statistiquement significatives entre les facteurs prédictifs et le nombre moyen de blessures (37).

### Jooste & al

Ici, le but est de déterminer l'épidémiologie, les caractéristiques et les facteurs de risque des blessures liées à la course à pied.

Pour cela, 251 personnes participant à la compétition Mac Mac ultratrail (46km, 80km, 161km ou 322km) ont répondu au questionnaire pour l'étude.

#### Caractéristiques des blessures :

- L'incidence annuelle rétrospective sur les 12 mois précédents la course est de **19,92%**, soit un **taux de 199,2 blessures pour 1000 coureurs**. 50 personnes ont reporté une blessure dans les 12 mois passés.
- **95% des blessures concernent les membres inférieurs**, 4% des blessures concernent le tronc, aucune concerne les membres supérieurs et 11% ne sont pas spécifiées.
- Parmi les blessures des membres inférieurs, 26% touchent le segment jambier, 22% touchent la cuisse, puis viennent le pied et la cheville avec 13% chacun. Le genou et la hanche apparaissent comme les moins touchés.
- **Les muscles sont les tissus les plus atteints par les blessures** (à hauteur de 60%) avec de lésions musculaires et des **tendinopathies**.

Facteurs de risques :

Aucune des variables présentées en tant que potentiel facteur de risque ne montre une association statistiquement significative avec l'apparition de blessure. Cependant, nous pouvons noter que certains paramètres tendent à s'associer avec l'apparition de blessures :

- Le sexe ( $p=0,168$ )
- Une expérience supérieure à 5 ans dans la pratique du trail ( $p=0,149$ )
- La distance de course de 46km ( $p=0,123$ )
- Un nombre d'entraînement de course hors trail supérieur à 3 par semaine ( $p=0,082$ )

Variable	OR (95% CI)	p-Value
Age	1.01 (0.97–1.05)	0.709
Sexe	0.59 (0.26–1.21)	0.168
IMC	0.96 (0.85–1.07)	0.433
46 km	1.94 (0.81–4.43)	0.123
80 km	1.06 (0.41–2.68)	0.900
Moyenne de dénivelé positif/semaine	501–1000 m	1.01 (0.44–2.28)
	1001–1500 m	0.93 (0.37–2.36)
	>1501 m	1.08 (0.42–2.91)
Expérience de course totale >5 ans	Course à pied	1.39 (0.71–2.64)
	Trail	1.62 (0.85–3.19)
Nombre moyen de séance de course par semaine > 3 séances	Séances de course à pied	1.93 (0.90–3.98)
	Séances de trail	1.16 (0.50–3.03)

CI: Confidence Interval. OR: Odds ratio.

Tableau VII: Analyse des variables en relation avec le risque de blessures liées à la course dans les 12 mois précédents la course (38).

## 4. Discussion

### 4.1 Analyse des principaux résultats

Notons une nouvelle fois qu'à cause du manque de questionnaire valide, les différentes études incluses ne sont pas toutes homogènes et n'étudient pas toutes exactement les mêmes paramètres de la même façon, ce qui représente un réel manque pour la précision de notre revue.

Nous allons donc dans un premier temps analyser les résultats des trails court afin d'en faire une synthèse avec les éléments marquants, puis nous allons faire de même avec ceux des ultratrails et enfin nous confronterons les deux types de distances.

#### 4.1.1 Trail court

##### 4.1.1.1 Taux de blessures

D'après les deux études de Viljoen & al et Gonzalez-Lazaro & al nous obtenons un **taux de 64,75 blessures pour 1000 coureurs en moyenne** sur les courtes distances.

Nous notons une différence importante du taux de blessures entre les deux études : les travaux de Viljoen & al recensent 123,6 blessures pour 1000 coureurs contre seulement 5,9 blessures pour 1000 coureurs d'après Gonzalez-Lazaro & al.

Nous remarquons que l'étude de Gonzalez-Lazaro & al prend en compte les distances de 15 compétitions différentes allant de 20km à 42km alors que l'étude de Viljoen & al s'intéresse seulement à deux distances de 10km et 22km. Nous pouvons alors faire un lien avec les vitesses de course qui sont probablement plus élevées lors de ces plus courtes distances. Ainsi, nous pourrions donc supposer que la vitesse a un rôle à jouer sur les blessures et pourrait expliquer ces différents taux de blessures.

##### 4.1.1.2 Caractéristiques des blessures

	Gonzalez-Lazaro & al	Viljoen & al	Moyenne
Tronc	7	5	6
Cuisses/hanches	/	11	/
<b>Genoux</b>	14	35	<b>24,5</b>
Jambes	/	16	/
<b>Chevilles</b>	32	6	<b>19</b>
Pieds	11	10	10,5

Tableau VIII : Localisation des blessures en trail court (en %). Les traits (/) signifient un manque de données dans les articles ou une impossibilité de calculer une moyenne par manque de données.

Les deux études placent les blessures musculosquelettiques des membres inférieurs en haut du classement, avec notamment les genoux et chevilles en première ligne avec en moyenne des prévalences respectives de 24,5% et 19%.

La grande majorité de ces blessures sont mineures (75%) et permettent aux coureurs de continuer leur compétition d'après l'étude de Gonzalez-Lazaro & al.

#### 4.1.1.3 Facteurs de risque

##### Age

Parmi les facteurs de risque étudiés par les deux études, la **tranche d'âge de 30-40 ans** semble être la plus à risque de blessures.

##### Sexe

Quant au sexe, les résultats divergent. En effet, selon l'étude de Viljoen & al, la **prévalence des blessures est similaire pour les deux sexes**, soit aux alentours de 12%.

Selon l'étude de Gonzalez-Lazaro & al, il y a une grande majorité d'hommes blessés (79% des blessés sont des hommes).

Cependant cette dernière ne l'a pas étudié réellement comme facteur de risque et n'a donc pas mis en relation ce chiffre avec le ratio homme/femme de participants à l'étude. En effet, 91% des participants sont des hommes contre seulement 9% de femmes. Il paraît alors évident que le nombre d'hommes blessés soit bien supérieur à celui des femmes. Nous ne pouvons donc pas tirer de conclusion sur le lien entre le sexe du coureur et la prévalence de blessures en trail court.

Il serait alors intéressant pour les prochaines études d'étudier plus précisément le sexe comme potentiel facteur de risque de blessure en trail court.

##### Années d'expérience

Le nombre d'années d'expérience en tant que coureur semble également être en lien avec la prévalence des blessures. Effectivement, les travaux de Viljoen & al mettent en avant le fait que les coureurs ayant plus d'années de pratique derrière eux sont les plus à même de se blesser.

#### 4.1.2 Ultratrail

##### 4.1.2.1 Taux de blessures

Le **taux de blessure est très variable** selon les études d'ultratrail étudiées ici.

En effet, l'étude de Malliaropoulos & al nous révèle un taux très élevé de blessures MSK de 3375 blessures pour 1000 coureurs. Ce qui représente **en moyenne plus de 3 blessures par coureur d'ultratrail**.

Deux autres études relèvent des incidences et prévalence de blessures plus raisonnables, entre 20% et 40%, soit un taux de 199,2 blessures pour 1000 coureurs pour l'étude de Jooste & al, 302,75 pour 1000 coureurs en moyenne pour l'étude de Broglin & al.

Et enfin l'étude de Krabak & al est un intermédiaire avec 716,2 blessures MSK pour 1000 coureurs, après avoir mis de côté les blessures cutanées et les maladies.

L'étude de Broglin & al pousse la réflexion un peu plus loin en analysant distinctement les différentes distances d'ultratrail (de 60 à 300km) et obtient différents résultats quant aux blessures.

Elle révèle que les distances d'ultratrail les plus courtes (60-70km) et les distances les plus longues (300km) semblent être les plus à risque de blessures, comparativement aux distances intermédiaires (100km et 170km).

Ce constat pourrait suggérer deux choses :

Premièrement, la vitesse de course plus élevée dans les distances les plus courtes de 60-70km (par rapport aux autres distances de 100km, 170km et 300km) pourrait exposer les coureurs à des contractions musculaires en mode concentrique et excentrique (20) de plus forte intensité pendant plusieurs heures et ainsi engendrer des mécanismes lésionnels favorisant les blessures.

Deuxièmement, pour les distances les plus longues, de 300km, cela représente un nombre d'heures d'effort conséquent auquel le corps ne serait pas habitué, ce qui pourrait expliquer le nombre plus élevé de blessures et notamment le nombre de blessures d'apparition progressive décrit dans l'étude. De plus sur ce type d'ultratrail, il y a une plus faible densité de coureurs, ainsi le ratio blessures/coureurs peut plus facilement augmenter.

Nous pouvons cependant noter que ces hypothèses ne peuvent pas être confirmées car les résultats ne sont pas statistiquement significatifs d'après l'étude.

En considérant les quatre études d'ultratrail, la **moyenne du taux de blessures est de 1148,3 pour 1000 coureurs**.

#### 4.1.2.2 Caractéristiques des blessures

	Krabak & al	Broglin & al	Malliaropoulos & al	Jooste & al	Moyenne
Tronc	/	7	42,5	4	18
<b>Cuisses/hanches</b>	/	14	25	22	<b>20</b>
<b>Genoux</b>	3,5	28	40	9	<b>20</b>
Jambes	8,6	17	25	26	19
Chevilles	4,9	12	/	13	10
<b>Pieds</b>	73,7	22	30	13	<b>35</b>

Tableau IX : localisation des blessures en ultratrail (en %). Les traits (/) signifient un manque de données dans les articles.

Chacune des quatre études place **les membres inférieurs au premier rang pour les blessures en ultratrail**, bien que les blessures au niveau du tronc soient tout de même présentes, à hauteur de 18% en moyenne.

Les pieds sont le site de prédilection des blessures avec une prévalence moyenne de 35%, suivi des genoux (prévalence moyenne de 20%) et des cuisses/hanches (prévalence moyenne de 20%).

Cependant, il convient de noter que l'étude de Krabak & al n'a pas différencié les blessures MSK des blessures cutanées de type ampoules ou frottements dans son analyse des sites anatomiques préférentiels, ce qui explique le pourcentage élevé pour les blessures touchant les pieds de 73,7% dans le tableau ci-dessus.

En ce qui concerne l'étude de Malliaropoulos & al, elle ne fournit pas de valeur distincte pour les chevilles, les incluant plutôt dans la catégorie des pieds. Cette méthodologie conduit une nouvelle fois à l'augmentation de la moyenne des blessures MSK pour les pieds.

Ainsi, En tenant compte de ces deux limites, nous ne pouvons certainement pas parler des pieds en tant que principal site anatomique touché par les blessures MSK en ultratrail.

La plupart des blessures sont **d'apparition progressive** (Broglin & al), plutôt **musculaires** (Jooste & al), ce qui permet donc, dans la plupart des cas, aux coureurs de terminer leur course et ainsi qualifier la blessure de « blessure mineure » (Krabak & al).

Les études sont toutes d'accord également pour parler de **la tendinopathie en tant que blessure musculaire principale chez les coureurs d'ultratrail**.

Ces résultats sont en accord avec la revue de Lopes & al (39) sur la course à pied, qui montre que la tendinopathie est la blessure majeure lors des courses de distance supérieure au marathon.

Hors champ musculosquelettique nous remarquons que deux études ont relevé un **nombre important de blessures cutanées de type ampoules, cloques ou frottements**. L'étude de Krabak & al révèle même que 70% des consultations avec l'équipe médicale lors de la compétition d'ultratrail sont liées à un problème de ce type.

Selon Broglin & al ce sont les distances au-delà de 100km qui sont principalement concernées. En effet, lors de ces ultratrails, les compétiteurs courent pendant de nombreuses heures ce qui fait que même avec des tenues adaptées les frottements liés aux vêtements et chaussures peuvent irriter la peau à cause de la répétition excessive du geste de la course à pied.

#### 4.1.2.3 Facteurs de risque

Les différentes études analysées n'ayant pas toutes étudiées les mêmes potentiels facteurs de risque, il est difficile d'en faire une synthèse et d'en tirer une conclusion. Cependant deux facteurs ressortent dans plusieurs études :

##### Années d'expérience

Cependant, parmi les résultats les plus significatifs nous pouvons noter que les **coureurs les plus expérimentés sont potentiellement les plus sensibles aux blessures** selon les études de Jooste & al ( $p=0,149$ ) et Malliaropoulos & al ( $p=0,001$ ).

##### Surface d'entraînement

Nous notons également que les coureurs **s'entraînant principalement sur des terrains non typés trail, c'est-à-dire sur du bitume, des pistes ou terrains synthétiques sont plus sujets aux blessures en trail** par la suite d'après les deux mêmes études, avec respectivement  $p=0,082$  et  $p=0,0004$ .

#### 4.1.3 Comparaison trail court et ultratrail :

##### 4.1.3.1 Taux de blessures

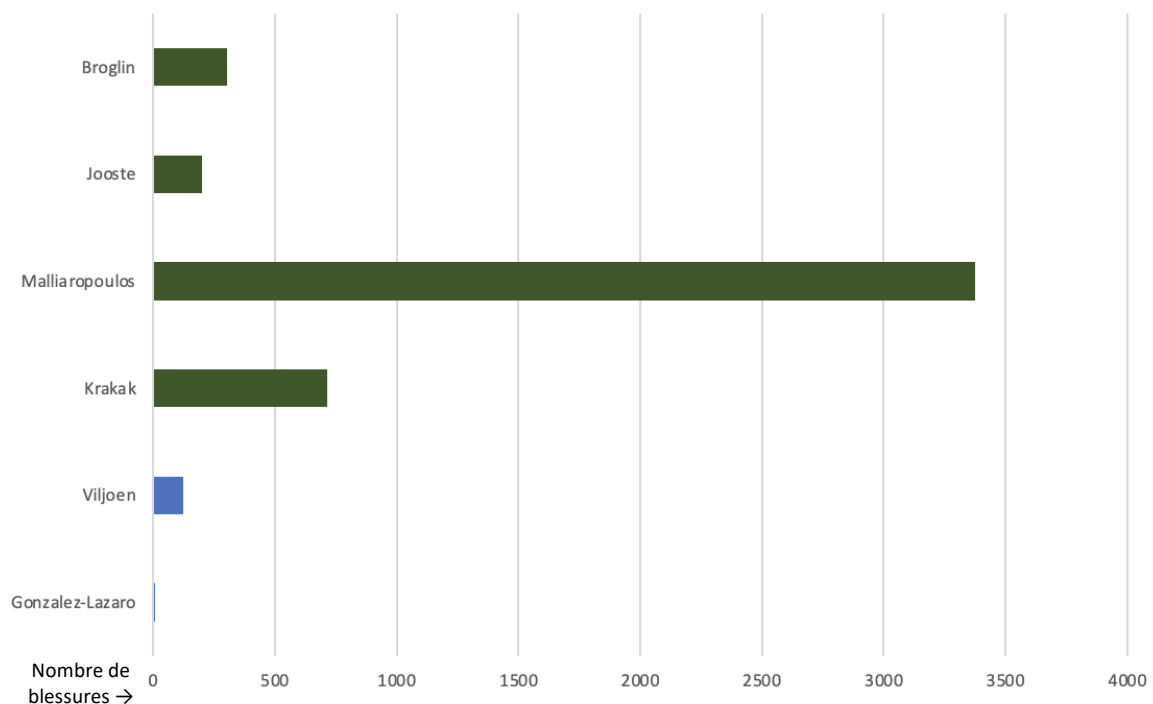


Figure 14 : Taux de blessures pour 1000 coureurs. En vert l'ultratrail et en bleu le trail court.

Nous remarquons sur le graphique ci-dessus une grosse hétérogénéité du nombre de blessures à travers les différentes études. Néanmoins nous pouvons soulever le fait qu'il y a un nombre de blessures plus important chez les coureurs d'ultratrail (les quatre premiers graphiques en vert ci-dessus) que de trail court (en bleu).

Les moyennes des taux de blessures en trail court et ultratrail montrent également une différence majeure. En effet nous avons **64,75 blessures pour 1000 coureurs en moyenne pour le trail court** contre **1148,3 blessures/1000 coureurs en moyenne sur l'ultratrail**.

Cela pourrait tout d'abord s'expliquer par le fait qu'ils ont un temps de course plus long et donc un temps d'exposition aux blessures plus élevé par la même occasion.

Les coureurs seraient donc plus à même de subir plusieurs blessures lors d'une même course. Cela est le cas dans l'études de Malliaropoulos & al, où le taux moyen de blessure par coureur est supérieur à 1.

Ensuite, pour limiter le risque de blessure, le corps doit être bien préparé et habitué à un effort. L'ultratrail demande alors énormément de temps de préparation que les coureurs ne peuvent pas tous respecter, faute de temps, motivations ou autres contraintes. En courant une telle distance, ils imposent donc à leur corps un volume de course et un stress mécanique soudain dont celui-ci n'a pas l'habitude ce qui peut potentiellement être à l'origine de blessures MSK (24).

Nous pouvons remarquer qu'aussi bien les études de trail que d'ultratrail ne s'attardent pas sur le dénivelé et ne donnent pas vraiment de précisions dessus. Pourtant nous avons vu dans l'introduction que la biomécanique corporelle ainsi que le recrutement musculaire étaient différents selon la pente. En effet, il y a un mode de contraction excentrique majoritaire lors des descentes, or, à force de répétition, celle-ci peut causer des dommages musculaires (40) et ainsi être à l'origine de certaines blessures.

Le dénivelé entraîne des changements d'allure entre la marche et la course, encore plus flagrant en ultratrail, dans une optique d'économie d'énergie corporelle. Ces variations d'allure pourraient également entraîner un risque de blessure et expliquer le plus grand taux de blessures en ultratrail.

Enfin, comme nous l'avons déjà évoqué lors de la synthèse des trails courts, ce taux de blessure est très variable selon les articles car tous étudient une distance de trail ou ultratrail différente. En effet, il aurait fallu mener ces études sur un même parcours de trail et un même parcours d'ultratrail afin qu'il y ait une reproductibilité et une comparabilité possible entre les résultats. Cependant en pratique cela s'avère compliqué à mettre en place, ce qui explique la diversité de terrains, distances et dénivelé de ces études.



#### 4.1.3.2 Caractéristiques des blessures

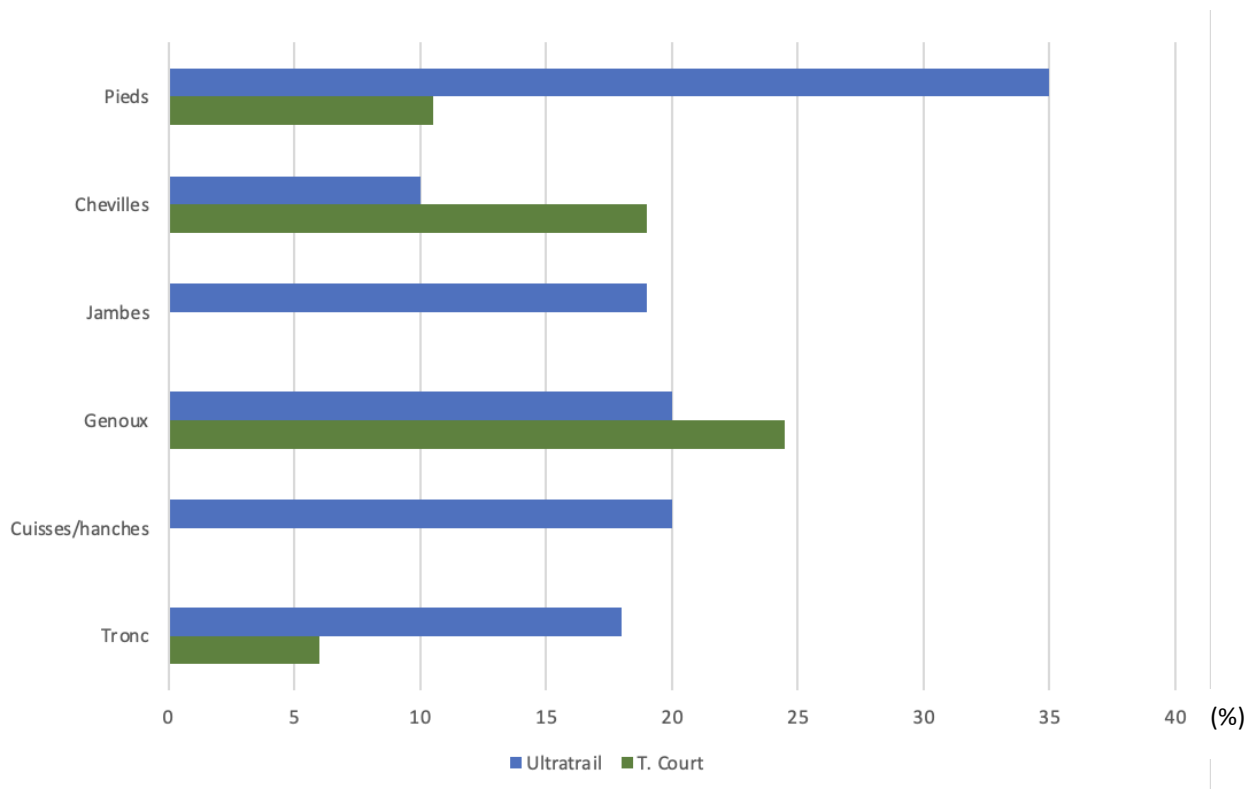


Figure 15 : Localisation des blessures (en %).

Le manque de données pour les jambes et les cuisses/hanches s'explique par une impossibilité de calculer ces moyennes pour les trails courts, par manque de données.

Quel que soit la distance parcourue, **les membres inférieurs sont les zones de prédilection de blessures des coureurs de trail**. Selon les études, le site anatomique précis des membres inférieurs varie, mais il s'agit en général et en moyenne des **genoux**.

Les cuisses sont aussi beaucoup concernées pour les longues distances.

La majeure différence se trouve au niveau du tronc. Les coureurs d'ultratrail passent plus de temps en compétition, ils ont un sac plus lourd car plus de matériel à porter et peuvent avoir tendance à se pencher de plus en plus pour prendre appui avec les mains sur leurs genoux lorsqu'il y a beaucoup de dénivelé positif et avec la fatigue associée cela pourrait potentiellement engendrer plus de risques de douleurs au niveau lombaire (37).

Nous retrouvons tous les types de blessures musculosquelettiques pour chacune des distances, néanmoins, **les blessures traumatiques et les blessures musculaires de sur-sollicitation ou encore surcharge sont les plus fréquentes**.

Les blessures traumatiques sont généralement liées à des chutes ou déséquilibres et concernent principalement les distances courtes (Broglia & al) à la différence des plus longues distances, où il y a une stratégie de réduction de la vitesse qui se reflète sur une diminution de l'intensité des contractions concentriques et excentriques pour ainsi permettre de conserver la fonction neuromusculaire (20) et limiter le risque de chute.

Plus les distances augmentent plus les blessures musculaires sont présentes, avec notamment des dommages musculaires non précisés et des tendinopathies.

Effectivement, les muscles ne sont pas tous habitués à encaisser un même mouvement avec intensité pendant de nombreuses heures, avec de grosses variations de dénivelé et une fatigue générale ajoutée par un manque de sommeil chez les coureurs d'ultratrail.

Ainsi, les tendinopathies apparaissent comme blessure musculaire phare des ultratrails selon la majorité des études incluses. Ces dernières ne mettent alors pas en avant les autres types de blessures musculaires rencontrées étant donné de leur plus faible fréquence. Seuls les travaux de Jooste & al, placent les dommages musculaires non précisés avant les tendinopathies.

Nous notons une différence majeure relevée lors de ces recherches scientifiques : la plupart **des articles d'ultratrail relèvent des blessures cutanées, ce qui n'est pas le cas dans les articles de trail court**. Du fait d'un temps de course élevé, il y a de nombreux frottements à répétition lors des ultratrail ce qui peut causer des dommages cutanés tels que des cloques, ampoules ou irritations qui peuvent vite limiter les coureurs dans leur course et qu'il faut donc prendre au sérieux car cela peut représenter un risque infectieux.

#### 4.1.3.3 Facteurs de risque de blessures

La recherche de potentiels facteurs de risque n'étant pas le but principal de chacune des études incluses, celles-ci n'ont pas analysé les mêmes critères. Il est donc difficile de comparer les deux types de distances sur ce point-là.

Nous pouvons tout de même dire que :

- Il n'a **pas été prouvé de façon significative que le sexe est un facteur de risque** d'apparition de blessures.
- La **surface du sol du lieu d'entraînement peut avoir un rôle à jouer dans l'apparition de blessures en ultratrail**.  
Nous pouvons supposer qu'en s'entraînant principalement sur des surfaces lisses et régulières comme la route ou la piste, les coureurs enregistrent et habituent leur corps à un certain schéma moteur lors de la course et ainsi lorsqu'ils passent sur un terrain type trail, le corps serait moins préparé et moins apte à réagir à ce changement.
- Le **nombre d'années de pratique et d'expérience en ultratrail semble favoriser les blessures**. Cela semble contradictoire au premier abord, néanmoins nous pouvons émettre l'hypothèse que les coureurs les plus expérimentés seraient ceux ayant le plus d'entraînement et donc avec une charge plus importante. Effectivement, nombreux sont les sportifs qui se servent de leurs années d'expérience pour justifier leur charge importante de sport. Or, nous savons aujourd'hui que la quantification de la charge et du stress mécanique induit par la course (24) à un rôle à jouer dans l'apparition des blessures chez le sportif.

Quant à l'effet de la distance sur les blessures, d'après notre comparaison des articles de trails courts et d'ultratrails, nous pouvons seulement émettre des hypothèses étant donné du manque de statistiques et de précision des études.

Il semblerait donc que le nombre de blessure augmente avec la distance des trails, ce qui pourrait se justifier par un plus grand nombre d'heures passé en compétition. Dans ce cas il serait alors intéressant de rechercher un ratio moyen du nombre de blessure sur le nombre d'heures de course afin de comparer plus précisément les différentes distances.

Nous précisons tout de même qu'il serait intéressant que les futures études recherchent clairement si la distance du trail est un facteur de risque de blessures.

#### 4.1.4 Limites des études

La principale limite de toutes nos études est le manque de reproductibilité de celles-ci. Effectivement, chacune étudie une distance et un dénivelé différent, dans une région du monde différente ce qui implique que les conditions de course, le terrain, la fatigue, l'alimentation, sont différents. De plus, les études ont chacune créé leur propre questionnaire épidémiologique et ne récoltent alors pas les mêmes données. Il est donc compliqué de comparer de façon précise les résultats obtenus, bien que la population soit comparable.

Concernant aussi bien les trails courts que les ultratrails, ces données restent subjectives car les participants rapportent eux-mêmes leur(s) blessure(s) dans les questionnaires épidémiologiques rétrospectifs des études.

Cela signifie que potentiellement les personnes non blessées auraient pu montrer moins d'intérêt pour une recherche qui ne les concernait pas à premier abord et que ce sont majoritairement des personnes blessées qui auraient répondu aux questionnaires en se sentant plus visées par ces recherches. Dans tous les cas, le report des blessures et ainsi la participation aux études reste au bon vouloir des coureurs.

Par ailleurs, les blessures n'ont pas été confirmées par une équipe médicale dans chacune des études. En effet, seules les études de Krabak & al, Gonzalez-Lazaro & al et Malliaropoulos & al précisent avoir mis en place un système de confirmation des blessures par un professionnel de santé. Pour les autres études, seules les sensations du patient et ses potentielles connaissances du domaine médical et de l'anatomie ont fait foi pour l'auto-report de ses blessures, ce qui peut être très subjectif et biaisé.

## 4.2 Applicabilité des résultats en pratique clinique

Nous allons désormais établir le lien entre les recherches détaillées ci-dessus et notre pratique clinique.

### 4.2.1 Généralités

De manière plus générale, en tant que masseur-kinésithérapeutes, nous avons un rôle à jouer lors des différents stades des différentes blessures rencontrées en trail.

- Nous avons un premier rôle de **prévention** auprès de la population concernée en amont des compétitions afin de limiter la survenue de blessures.

Ainsi, de mieux connaître la localisation, le type et les facteurs de risque des blessures nous permet d'orienter le coureur en amont en fonction du type de distance qu'il s'apprête à courir.

Étant donné que nous ne voyons pas souvent les coureurs en amont des compétitions s'ils ne sont pas blessés ou qu'ils ne sont pas dans une équipe professionnelle, nous pouvons imaginer une approche pluridisciplinaire avec des préparateurs physiques ou des entraîneurs sportifs afin de leur partager ces données scientifiques et qu'ils puissent à leur tour et dans le champ de leurs compétences faire de la prévention auprès de leurs athlètes, par le biais d'une préparation physique spécifique notamment. Le tout dans un but d'habituer et préparer le corps aux contraintes qu'imposent le trail et afin réduire l'incidence des blessures.

Lors de cette phase en amont, d'autres techniques telles que la pose de strapp (41) en prévention des blessures traumatiques, s'il y a des facteurs de risque comme des antécédents, pourrait apporter un petit plus dans la prévention des blessures en trail court notamment.

- Nous avons un second rôle de **prise en charge des blessures**.

Celui-ci peut s'effectuer précocement par les kinésithérapeutes **sur le terrain** au sein des équipes médicales, principalement lors des ultratrails, ce qui paraît cohérent au vu du taux de blessures plus élevé sur ces distances.

Ces équipes médicales se trouvent généralement sur le parcours, lors des bases de vie, les coureurs peuvent avoir recours aux kinésithérapeutes afin de leur permettre de poursuivre leur compétition. Ces équipes sont régulièrement sollicitées, d'après l'étude observationnelle de Volker Scheer & al (29) ce sont 99 visites médicales pour 69 participants à un ultratrail en étapes de 5 jours, ce qui représente en moyenne plus d'une visite par coureur.

La prise en charge à ce niveau est relativement restreinte non seulement par le matériel mais également par l'espace et surtout le temps, car les coureurs restent en compétition et le chronomètre ne s'arrête pas le temps des soins, cela fait partie de la compétition.

Ici nous pouvons potentiellement soulager musculairement les coureurs par :

- Des massages, qui d'après la revue de Cheung & al (42), permettraient d'augmenter le flux sanguin ce qui réduirait la production de prostaglandines et ainsi réduirait les dommages associés à la réaction inflammatoire. Cependant le temps d'application du massage pour obtenir ces résultats est très variable selon les études (entre 5 et 30 minutes pour les études analysées dans cette revue), selon les techniques utilisées et selon les praticiens.
- Des étirements afin de favoriser la dispersion de l'œdème qui peut se former à la suite des lésions tissulaires (42)

Nous pouvons également avoir un rôle précoce dans les blessures articulaires ou traumatiques par une pose de strapp afin de maintenir l'articulation plus ou moins passivement, éviter une sur-blessure et permettre au coureur de continuer sa compétition plus sereinement.

Il y a également la pose de Tape qui, selon la récente revue et méta-analyse de Biz & al (43) sur l'effet du Tape dans la performance sportive et la fonction de la cheville chez des athlètes ayant une instabilité chronique de cheville. Ainsi, il permettrait d'améliorer les fonctions de la marche (vitesse du pas, longueur de foulée et diminution du temps d'appui), de réduire les mouvements de pronosupination au niveau de l'articulation de la cheville, de soulager le muscle long fibulaire par une moindre activation de celui-ci et enfin de diminuer le balancement du corps donc d'avoir une meilleure stabilisation lors des mouvements médio-latéraux du pied. Cette revue reste très spécifique à la cheville et donc les effets décrits ici ne sont pas forcément valables pour le reste des blessures et parties du corps, néanmoins l'instabilité de cheville est une complication fréquente suite à une entorse de cheville (43) et les entorses de cheville sont elles-mêmes des blessures traumatiques fréquentes en trail court notamment (37).

Donc connaître les caractéristiques des blessures permettrait, à ce niveau, d'être plus rapide dans nos soins et de préparer en amont le bon matériel nécessaire (comme le Tape, le strapp...) afin de proposer une prise en charge optimale en compétition.

La prise en charge des blessures se fait également, et le plus couramment, en cabinet ou centre après la compétition. Dans ce cas la prise en charge est plus classique, elle se fait après un bilan du patient. Il est intéressant de connaître et comprendre les pathologies, leurs mécanismes de survenue (traumatisme, surcharge ect.) ainsi que les spécificités du trail (dénivelé, terrain, distance).

Cette connaissance approfondie permettrait de proposer un traitement plus ciblé avec des exercices se rapprochant du geste sportif et mieux adaptés à la pratique sportive du patient. Cela permettrait de stimuler la conscience de son schéma corporel. Cette adaptation à la pratique sportive du patient paraît très importante puisque nous avons vu dans la partie « Discussion » que le manque d'entraînement sur des terrains adaptés pouvait être un facteur de risque de blessure.

- Dans la continuité de nos deux premiers rôles de prévention et de prise en charge des blessures nous avons un rôle à jouer dans la **prévention de la récurrence des blessures**.

En ayant été blessés une première fois, les structures touchées ont été affaiblies et peuvent garder des séquelles des blessures. Il y a donc un risque de récurrence, le retour sur le terrain pourrait donc être accompagné d'une prestation de conseils de notre part afin d'encourager le patient à conserver certaines choses comme une certaine progression dans l'entraînement ou un échauffement type, adaptée à son cas par exemple.

- Enfin, nous avons un rôle non négligeable de **réorientation**.

Lorsque la prise en charge s'éloigne trop de nos compétences ou que nous nous sentons nous même moins compétents, nous pouvons avoir une approche pluridisciplinaire ou réorienter les patients vers les professionnels compétents.

Cela pourrait être le cas avec les nombreuses blessures cutanées subies par les coureurs d'ultra-trail notamment.

#### 4.2.2 Spécificités

En lien plus étroit avec nos résultats, nous avons vu que parmi les facteurs de risque de blessures étudiés, les plus probants étaient l'entraînement principalement sur des surfaces lisses et le fait d'avoir des années d'expérience. Pour cela nous pouvons, en tant que masseur-kinésithérapeute, proposer une prestation de conseils et d'expertise auprès des coureurs de trail.

Plus précisément, pour les coureurs les plus expérimentés, il paraît important de leur expliquer que leur expérience dans la course ne les protège pas du risque de blessure mais qu'elle pourrait au contraire être perçue comme une surcharge pour leur corps qui doit emmagasiner une grande quantité de stress mécanique produit par la course à pied et ainsi engendrer un risque de blessures.

Pour cela, nous pourrions les accompagner dans leur gestion de la charge d'entraînement en leur proposant d'éviter les grandes variations de charges et d'augmenter celles-ci progressivement jusqu'à leur objectif.

Nous avons également vu qu'il semble y avoir plus de blessures chez les athlètes d'ultra-trail. Cette épreuve d'ultra-trail peut alors être perçue par le corps comme une charge importante et ainsi, exposer le corps à une grande quantité de stress mécanique pendant de nombreuses heures ce qui pourrait s'avérer délétère pour les tissus du corps qui ne sont pas habitués à ce type d'effort.

Nous pourrions alors avoir le même raisonnement que précédemment en les accompagnant dans la quantification de leur stress mécanique afin de préparer au mieux leur corps à de telles distances.

# QUANTIFICATION DU STRESS

## LE CORPS S'ADAPTE !

Le corps s'adapte dans la mesure où le stress appliqué n'est pas plus grand que sa capacité d'adaptation. Quantifier quotidiennement le stress mécanique appliqué sur le corps est la meilleure manière d'éviter des blessures.

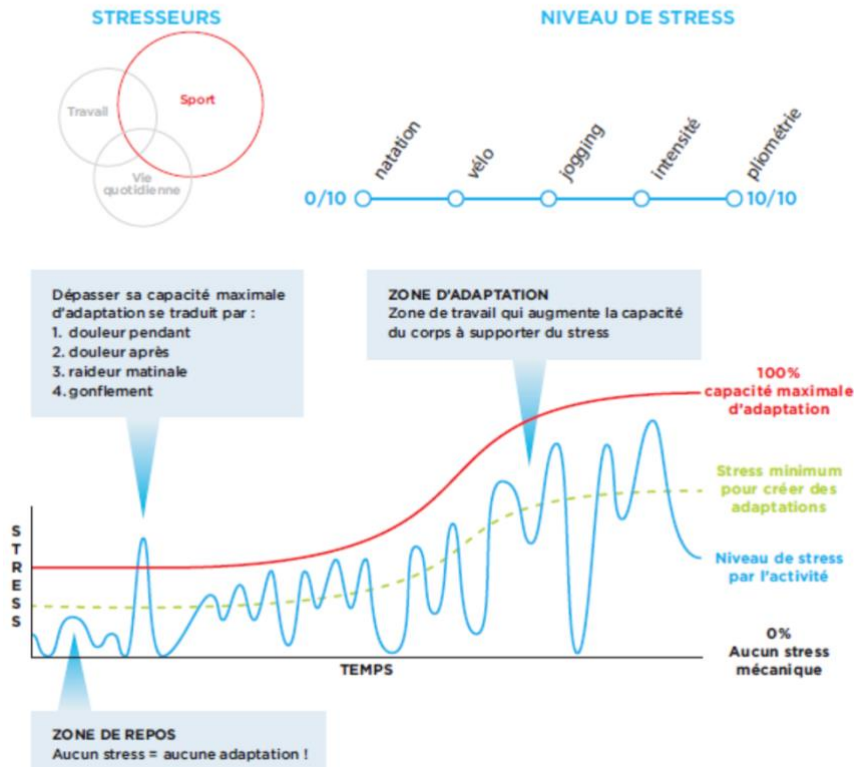


Figure 16 : Gestion et quantification du stress mécanique (24).

Ainsi, pour gérer au mieux ce niveau de stress mécanique, la progressivité semble être particulièrement importante, tout comme la variation des sports pratiqués afin d'éviter de surcharger le corps et finalement limiter l'apparition des blessures.

### 4.3 Qualité des preuves

La qualité des articles sélectionnés pour une revue de littérature influe sur son niveau de preuve. Il paraît alors important d'évaluer la qualité de nos articles.

Pour cela, la Haute Autorité de Santé (HAS) a définie l'évaluation de la qualité des preuves en 2013<sup>13</sup> en fonction du type des études.

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	Niveau 1 - ECR de forte puissance - méta-analyse d'ECR - analyse de décision fondée sur des études bien menées
B Présomption scientifique	Niveau 2 - ECR de faible puissance - études comparatives non randomisées bien menées - études de cohortes
C Faible niveau de preuve scientifique	Niveau 3 - études cas-témoins Niveau 4 - études comparatives comportant des biais importants - études rétrospectives - séries de cas - études épidémiologiques descriptive (transversale, longitudinale)

Tableau X : Grade des recommandations de la HAS.

Notre revue de littérature inclue des études rétrospectives et des études épidémiologiques descriptives et se situe donc dans le grade C de niveau 4, à savoir « **faible niveau de preuve scientifique** ».

Nous pouvons également objectiver le niveau de preuve de notre revue à l'aide des résultats obtenus avec l'échelle NOS adaptée aux études transversales effectuée dans la partie « risque de biais des études » et dont voici le résumé :

Nom de l'étude	Type de l'étude	Score NOS adapté
Viljoen & al	Transversale analytique	7/9
Gonzalez-Lazaro & al	Transversale analytique	5/9
Krabak & al	Transversale analytique	6/9
Broglin & al	Transversale analytique	6/9
Malliaropoulos & al	Transversale analytique	5/9
Jooste & al	Transversale analytique	6/9

Tableau XI : Récapitulatif évaluation NOS adaptée.

Les résultats de l'évaluation avec l'échelle NOS adaptée ainsi que le grade C selon la HAS doit nous inciter à être vigilant avec l'interprétation des résultats de cette revue.

<sup>13</sup> Site internet : [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat\\_des\\_lieux\\_niveau\\_preuve\\_gradation.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf) consulté le 12/04/2024.

#### 4.4 Biais potentiels de la revue

Nous pouvons relever les biais méthodologiques de cette revue grâce à l'échelle AMSTAR. Celle-ci comporte 11 items avec à chaque fois 4 réponses possibles. La version intégrale, en français est disponible en Annexes, voici un tableau récapitulatif de cette échelle :

ITEMS	OUI	NON	IMPOSSIBLE DE REpondre	SANS OBJET
1) Un plan de recherche établi à priori est-il fourni ?	X			
Les objectifs de cette revue ainsi que les critères d'inclusion et d'exclusion ont été définis en amont.				
2) La sélection des études et l'extraction des données ont-ils été confiés à au moins deux personnes ?		X		
Cette revue a été réalisée par une seule personne, aucun tiers n'a participé à l'extraction des données de façon indépendante.				
3) La recherche documentaire était-elle exhaustive ?	X			
Quatre bases de données différentes ont été investiguées et les termes MeSH ont été précisés				
4) La nature de la publication était-elle un critère d'inclusion ?	X			
La nature de la publication a été choisie volontairement et était un critère d'inclusion.				
5) Une liste des études (inclues et exclues) est-elle fournie ?	X			
Une liste complète des études incluses et exclues a été fournie dans la partie « résultats ».				
6) Les caractéristiques des études incluses sont-elles indiquées ?	X			



Les caractéristiques des études ont été décrites dans la partie « résultats »				
7) La qualité scientifique des études incluses a-t-elle été évaluée et consignée ?	X			
La qualité scientifique ainsi que le niveau de preuve ont été évalués et détaillés dans la partie « discussion ».				
8) La qualité scientifique des études incluses dans la revue a-t-elle été utilisée adéquatement dans la formulation des conclusions ?	X			
L'interprétation des résultats a été réalisée avec prudence, d'autant plus avec la faible fiabilité statistique de ceux-là.				
9) Les méthodes utilisées pour combiner les résultats des études sont-elles appropriées ?		X		
Du fait du manque de données statistiques dans les études incluses, il n'a pas été possible de réaliser un test d'homogénéité et d'hétérogénéité.				
10) La probabilité d'un biais de communication a-t-elle été évaluée ?		X		
L'évaluation des biais a été réalisée sans outil statistique mais seulement de façon qualitative				
11) Les conflits d'intérêts ont-ils été déclarés ?	X			
Il n'y a eu aucune source de financement ou de soutien de rédaction dans cette revue.				

## 5. Conclusion

Le trail de manière générale est une discipline en vogue ces dernières années, cependant du fait des variations de distances, dénivelé et terrains, il s'agit également d'une des disciplines sportives où les pratiquants se blessent le plus.

L'objectif de cette revue était donc de faire une synthèse sur les blessures musculosquelettiques en trail court et ultratrail, en analysant et comparant leurs incidences, leurs sites anatomiques et leurs facteurs de risque.

Les résultats de cette revue doivent être interprétés avec prudence au vu du manque de précision, du manque de données et de l'hétérogénéité des études incluses.

### 5.1 Implication pour la pratique clinique

Les articles et l'analyse de cette revue tendent à montrer que les blessures en trail court et ultratrail présentent des différences.

Tout d'abord dans leur taux, puisque le taux de blessures MSK est remarquablement plus élevé pour l'ultratrail.

Ensuite, bien que les genoux soient la principale région anatomique touchée dans les deux catégories de trail, le type de blessure quant à lui semble légèrement différer. Les blessures traumatiques prédominent sur le trail court tandis que les blessures musculaires prédominent sur l'ultratrail.

Quant aux facteurs de risque, les années d'expérience passées dans la discipline semblent associées avec la survenue de blessures.

Toutes ces caractéristiques impliquent alors une approche pluridisciplinaire dans la prévention, la prise en charge et la lutte contre la récurrence des blessures en trail et ultratrail, mais le kinésithérapeute peut avoir un rôle central lié à sa proximité avec ces athlètes et sa présence sur le terrain avec une coopération avec les organisations de compétitions de trail.

Les résultats de cette revue peuvent donc être propices à une prise en charge optimisée des traileurs blessés ou non, aux différents stades de leur préparation, dans le but d'espérer une diminution de la prévalence des blessures MSK dans cette discipline.

### 5.2 Implication pour la recherche

Les recherches scientifiques sur le trail de manière générale ont augmenté ces dernières années, cependant il persiste un réel manque d'articles sur le trail court. C'est pourquoi les études de trail court incluses dans notre revue sont deux fois moins nombreuses que celles d'ultratrail. Ainsi la comparaison entre les deux ne peut être complètement optimale et équitable.

De ce manque découle le fait qu'aucun article scientifique ne fait lui-même la comparaison entre les blessures en trail court et en ultratrail. C'est pour cela que nous avons dû nous-même établir cette comparaison au sein de cette revue, mais celle-ci est alors soumise à de nombreux biais liés aux différences importantes entre les articles inclus.

Le principal biais de cette revue réside dans le fait qu'il y ait un manque de questionnaire valide et reproductible pour les blessures en trail. Ce manque a été mentionné dans plusieurs des études incluses et représente un réel enjeu pour la qualité de ces études. En effet, la méthodologie des études serait alors mieux cadrée et régie par ce questionnaire et ainsi faciliterait la comparaison des blessures de manière claire et précise.

Les futurs articles devraient donc se concentrer sur ces deux axes de recherche : l'étude des blessures en trail court et prioritairement, la création d'un questionnaire afin d'avoir un consensus.

## Bibliographie

1. Scheer V, Basset P, Giovanelli N, Vernillo G, Millet GP, Costa RJS. Defining Off-road Running: A Position Statement from the Ultra Sports Science Foundation. *Int J Sports Med.* mai 2020;41(05):275-84.
2. Malisoux L, Chambon N, Urhausen A, Theisen D. Influence of the Heel-to-Toe Drop of Standard Cushioned Running Shoes on Injury Risk in Leisure-Time Runners: A Randomized Controlled Trial With 6-Month Follow-up. *Am J Sports Med.* nov 2016;44(11):2933-40.
3. Fuller JT, Thewlis D, Buckley JD, Brown NAT, Hamill J, Tsiros MD. Body Mass and Weekly Training Distance Influence the Pain and Injuries Experienced by Runners Using Minimalist Shoes: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med.* avr 2017;45(5):1162-70.
4. Curtis R, Willems C, Paoletti P, D'Août K. Daily activity in minimal footwear increases foot strength. *Sci Rep.* 20 sept 2021;11(1):18648.
5. Dugan SA, Bhat KP. Biomechanics and Analysis of Running Gait. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America.* août 2005;16(3):603-21.
6. Nicola TL, Jewison DJ. The Anatomy and Biomechanics of Running. *Clinics in Sports Medicine.* avr 2012;31(2):187-201.
7. Nigg BM, Yeadon MR. Biomechanical aspects of playing surfaces. *Journal of Sports Sciences.* juin 1987;5(2):117-45.
8. Wang L, Hong Y, Li JX, Zhou JH. Comparison of Plantar Loads During Running on Different Overground Surfaces. *Research in Sports Medicine.* avr 2012;20(2):75-85.
9. Zhou W, Lai Z, Mo S, Wang L. Effects of overground surfaces on running kinematics and kinetics in habitual non-rearfoot strikers. *Journal of Sports Sciences.* 18 août 2021;39(16):1822-9.
10. Hardin EC, Van Den Bogert AJ, Hamill J. Kinematic Adaptations during Running: Effects of Footwear, Surface, and Duration: *Medicine & Science in Sports & Exercise.* mai 2004;36(5):838-44.
11. Lussiana T, Fabre N, Hébert-Losier K, Mourot L. Effect of slope and footwear on running economy and kinematics. *Scandinavian Med Sci Sports [Internet].* août 2013 [cité 2 déc 2023];23(4). Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/sms.12057>
12. Vernillo G, Giandolini M, Edwards WB, Morin JB, Samozino P, Horvais N, et al. Biomechanics and Physiology of Uphill and Downhill Running. *Sports Med.* avr 2017;47(4):615-29.
13. Khassetarash A, Vernillo G, Martinez A, Baggaley M, Giandolini M, Horvais N, et al. Biomechanics of graded running: Part II—Joint kinematics and kinetics. *Scandinavian Med Sci Sports.* sept 2020;30(9):1642-54.
14. Sundström D, Kurz M, Björklund G. Runners Adapt Different Lower-Limb Movement Patterns With Respect to Different Speeds and Downhill Slopes. *Front Sports Act Living.* 29 juin 2021;3:682401.
15. Sasaki K, Neptune RR. Differences in muscle function during walking and running at the same speed. *Journal of Biomechanics.* 2006;39(11):2005-13.
16. Cai ZY, Hsu CC, Su CP, Lin CF, Lin YA, Lin CL, et al. Comparison of lower limb muscle activation during downhill, level and uphill running. *IES.* 13 août 2010;18(3):163-8.
17. Hanon C. Activité musculaire des membres inférieurs en course à pied sur le plat: Staps. 1 juin 2005;no 68(2):111-24.
18. Hanon C, Slawinski J, Dorel S, Hug F, Couturier A, Morin JB. Analyse comparée des contraintes énergétiques et musculaires d'un effort maximal réalisé sur le plat et en côte chez des athlètes élités.
19. Eston RG, Mickleborough J, Baltzopoulos V. Eccentric activation and muscle damage: biomechanical and physiological considerations during downhill running. *British Journal of Sports Medicine.* 1 juin 1995;29(2):89-94.
20. Saugy J, Place N, Millet GY, Degache F, Schena F, Millet GP. Alterations of Neuromuscular Function after the World's Most Challenging Mountain Ultra-Marathon. Hug F, éditeur. *PLoS ONE.* 26 juin 2013;8(6):e65596.
21. Edwards WB, Taylor D, Rudolphi TJ, Gillette JC, Derrick TR. Effects of Stride Length and Running Mileage on a Probabilistic Stress Fracture Model. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* déc 2009;41(12):2177-84.

22. Heiderscheid BC, Chumanov ES, Michalski MP, Wille CM, Ryan MB. Effects of Step Rate Manipulation on Joint Mechanics during Running. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. févr 2011;43(2):296-302.
23. Viljoen C, Janse Van Rensburg DC (Christa), Van Mechelen W, Verhagen E, Silva B, Scheer V, et al. Trail running injury risk factors: a living systematic review. *Br J Sports Med*. mai 2022;56(10):577-87.
24. Dubois et Berg. *La clinique du coureur : la santé par la course à pied*. Vol. 1. 2020.
25. Chiffres-cles-sport%202023.pdf.
26. Francis P, Whatman C, Sheerin K, Hume P, Johnson MI. The Proportion of Lower Limb Running Injuries by Gender, Anatomical Location and Specific Pathology: A Systematic Review.
27. Hartling L, Milne A, Hamm MP, Vandermeer B, Ansari M, Tsertsvadze A, et al. Testing the Newcastle Ottawa Scale showed low reliability between individual reviewers. *Journal of Clinical Epidemiology*. sept 2013;66(9):982-93.
28. Hoffman MD, Fogard K. Factors Related to Successful Completion of a 161-km Ultramarathon. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. mars 2011;6(1):25-37.
29. Scheer BV, Murray A. Al Andalus Ultra Trail: An Observation of Medical Interventions During a 219-km, 5-Day Ultramarathon Stage Race. *Clinical Journal of Sport Medicine*. sept 2011;21(5):444-6.
30. Matos S, Silva B, Clemente FM, Pereira J. Running-related injuries in Portuguese trail runners: a retrospective cohort study. *J Sports Med Phys Fitness* [Internet]. mars 2021 [cité 2 déc 2023];61(3). Disponible sur: <https://www.minervamedica.it/index2.php?show=R40Y2021N03A0420>
31. Sanchez-Garcia LF, Penichet-Tomas A, Pueo B, Jimenez-Olmedo JM. Injury Incidence and Pattern in Elite Young Male and Female Trail Runners. *Applied Sciences*. 22 janv 2022;12(3):1155.
32. Viljoen CT, Janse Van Rensburg DC (Christa), Jansen Van Rensburg A, Booyesen E, Chauke S, Coetzee P, et al. One in four trail running race entrants sustained an injury in the 12 months training preceding the 2019 SkyRun race. *Physical Therapy in Sport*. janv 2021;47:120-6.
33. Viljoen CT, Sewry N, Schwellnus MP, Janse Van Rensburg DC, Swanevelder S, Jordaan E. Independent Risk Factors Predicting Gradual Onset Injury in 2824 Trail Running Race Entrants: SAFER XVIII Study. *Wilderness & Environmental Medicine*. sept 2021;32(3):293-301.
34. Krabak BJ, Waite B, Schiff MA. Study of Injury and Illness Rates in Multiday Ultramarathon Runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. déc 2011;43(12):2314-20.
35. Broglin O, Fourchet F, Millet GP. Influence de la distance de course sur les blessures musculo-squelettiques en ultra-trail. 2017;
36. González-Lázaro J, Arribas-Cubero HF, Rodríguez-Marroyo JA. Musculoskeletal injuries in mountain running races: A 5 seasons study. *Injury*. avr 2021;52(4):747-9.
37. Malliaropoulos N, Mertzyri D, Tsaklis P. Prevalence of Injury in Ultra Trail Running. *Human Movement* [Internet]. 1 janv 2015 [cité 2 déc 2023];16(2). Disponible sur: <https://www.termedia.pl/Prevalence-of-injury-in-ultra-trail-running,129,32319,0,1.html>
38. Jooste M, Janse Van Rensburg DC, Scheer V, Jansen Van Rensburg A, Ramagole D, Botha T, et al. One in Five Trail Running Race Entrants Sustained an Injury in the 12 Months Training Period before the 2021 Mac Mac Ultra Race. *Applied Sciences*. 24 août 2023;13(17):9586.
39. Lopes AD, Junior LCH, Yeung SS, Costa LOP. What are the Main Running-Related Musculoskeletal Injuries? *Sports Med*. 2012;
40. Tidball JG. Mechanisms of Muscle Injury, Repair, and Regeneration. In: Prakash YS, éditeur. *Comprehensive Physiology* [Internet]. 1<sup>re</sup> éd. Wiley; 2011 [cité 12 avr 2024]. p. 2029-62. Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cphy.c100092>
41. McLean DA. Use of adhesive strapping in sport. *British Journal of Sports Medicine*. 1 sept 1989;23(3):147-9.
42. Cheung K, Hume PA, Maxwell L. Delayed Onset Muscle Soreness: Treatment Strategies and Performance Factors. *Sports Medicine*. 2003;33(2):145-64.
43. Biz C, Nicoletti P, Tomasin M, Bragazzi NL, Di Rubbo G, Ruggieri P. Is Kinesio Taping Effective for Sport Performance and Ankle Function of Athletes with Chronic Ankle Instability (CAI)? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicina*. 29 avr 2022;58(5):620.

## Annexes

**Annexe 1** : Figure des détails de la répartition des blessures pour les résultats de l'étude de Viljoen & al 2021.

**Annexe 2** : Figure des détails de la répartition des blessures pour les résultats de l'étude de Krabak & al 2011.

**Annexe 3** : Figure des détails de la répartition des blessures pour les résultats de l'étude de Broglin & al 2017.

**Annexe 4** : Figure des détails de la répartition des blessures pour les résultats de l'étude de Gonzalez-Lazaro & al 2021.

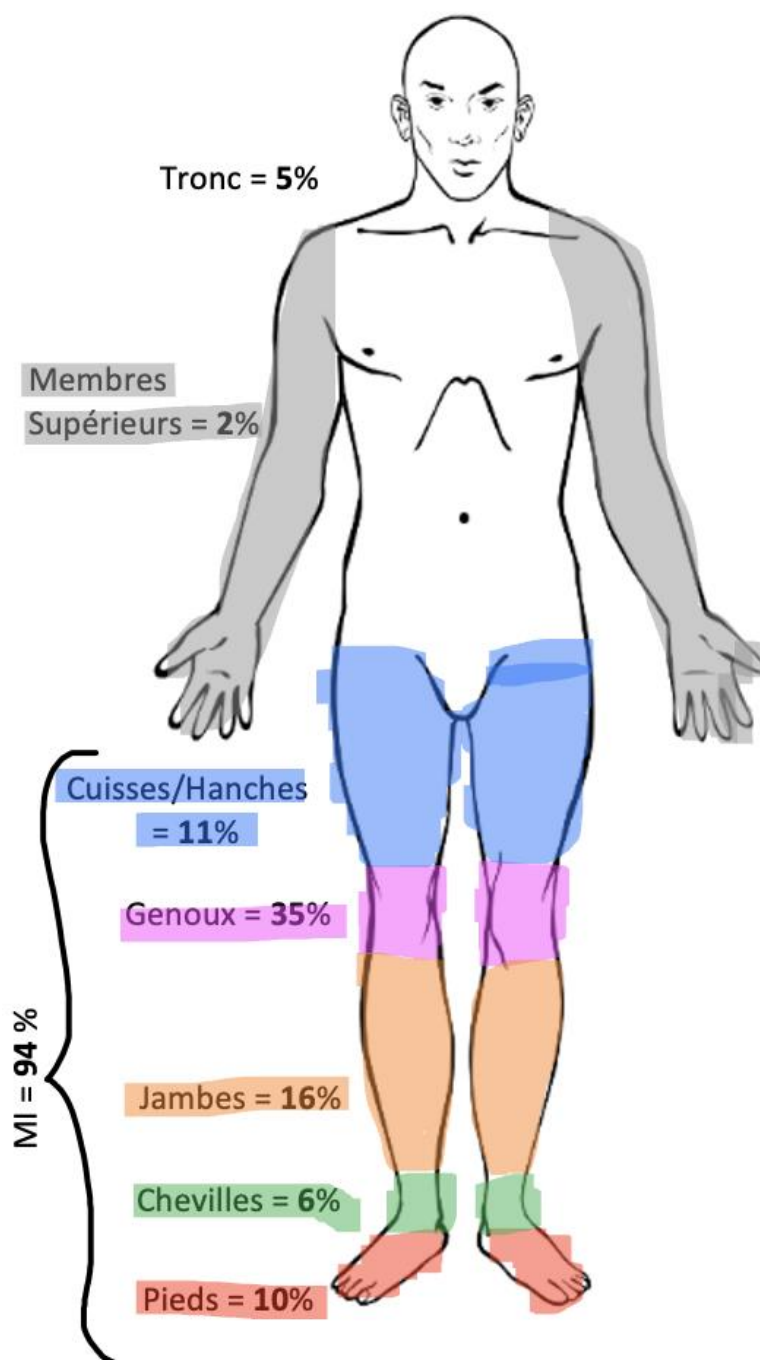
**Annexe 5** : Figure des détails de la répartition des blessures pour les résultats de l'étude de Malliaropoulos & al, 2015.

**Annexe 6** : Figure des détails de la répartition des blessures pour les résultats de l'étude de Jooste & al 2023.

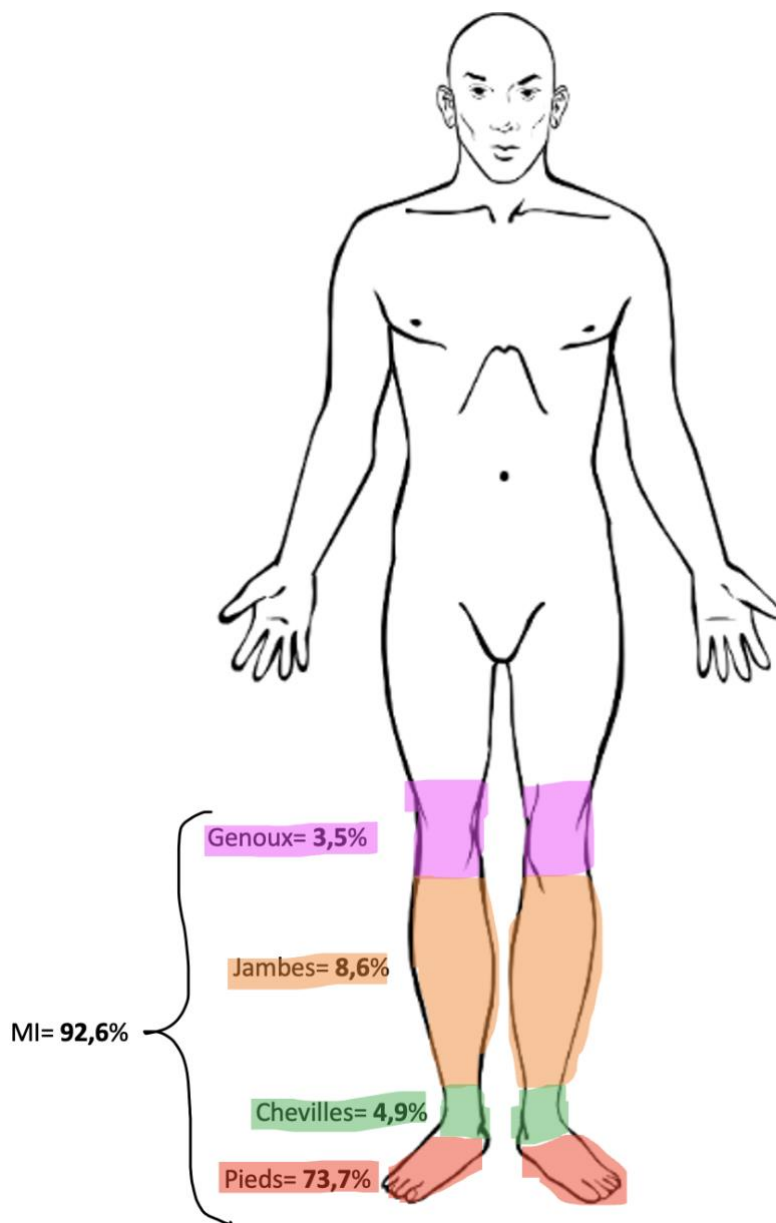
**Annexe 7** : Échelle NOS adaptée aux études transversales en intégral.

**Annexe 8** : Grille d'évaluation AMSTAR, version en français.

**Annexe 1** : Figure des détails de la répartition des blessures pour les résultats de l'étude de **Viljoen & al (33)**.

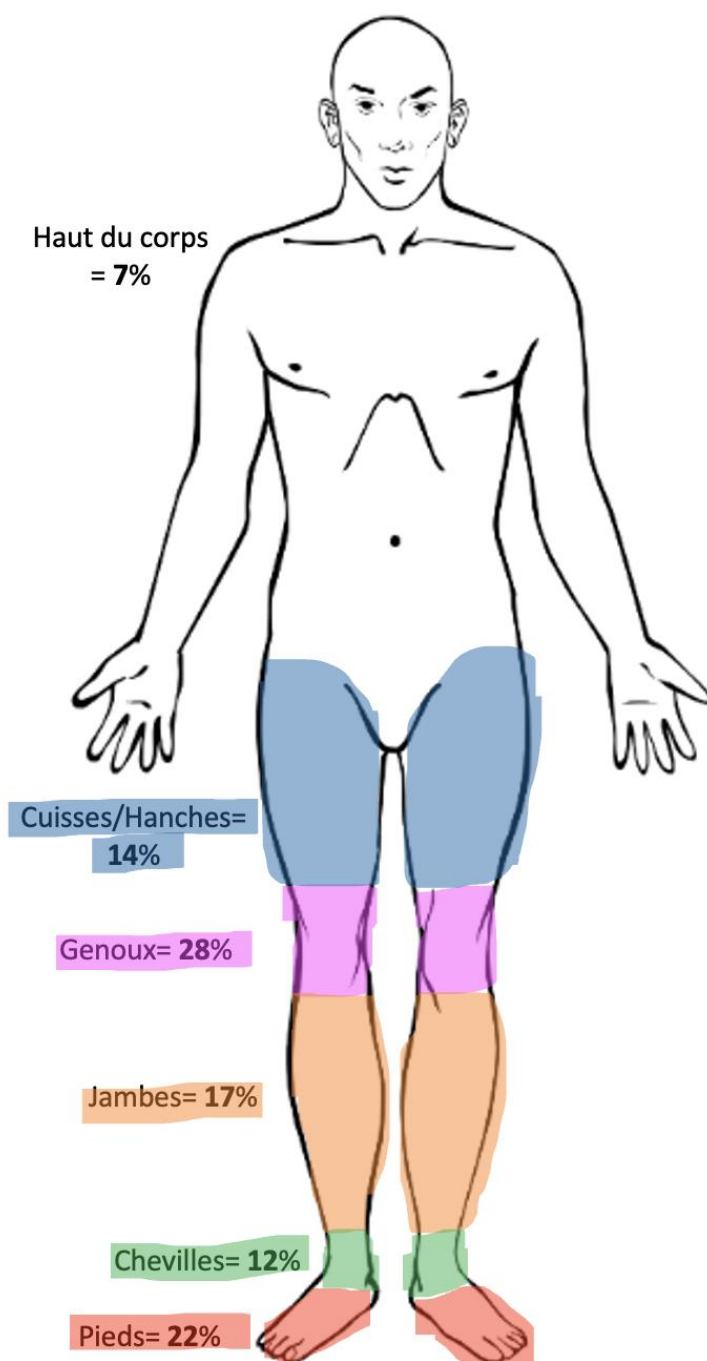


**Annexe 2** : Figure des détails de la répartition des blessures pour les résultats de l'étude de **Krabak & al 2011** (34).

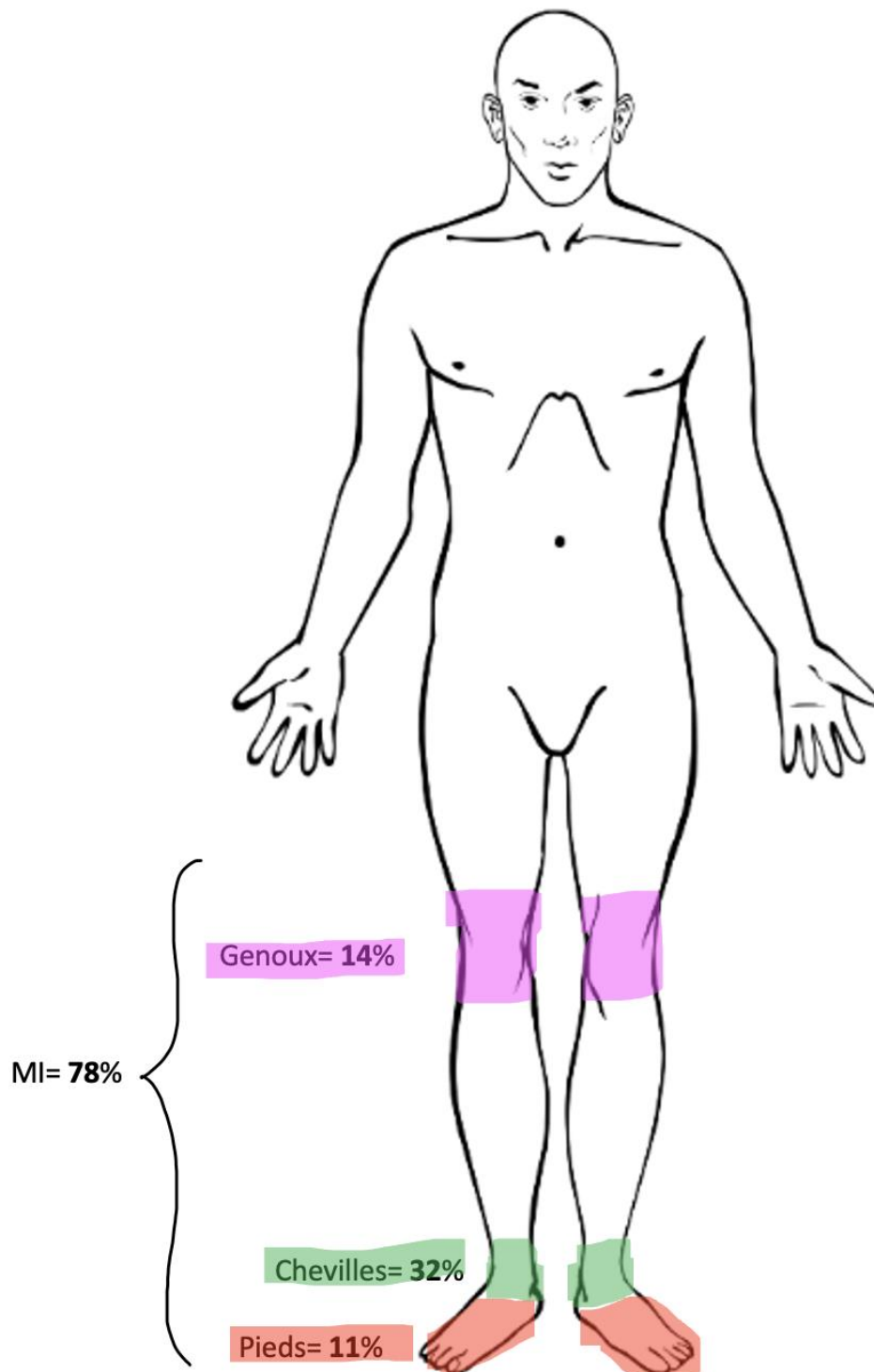




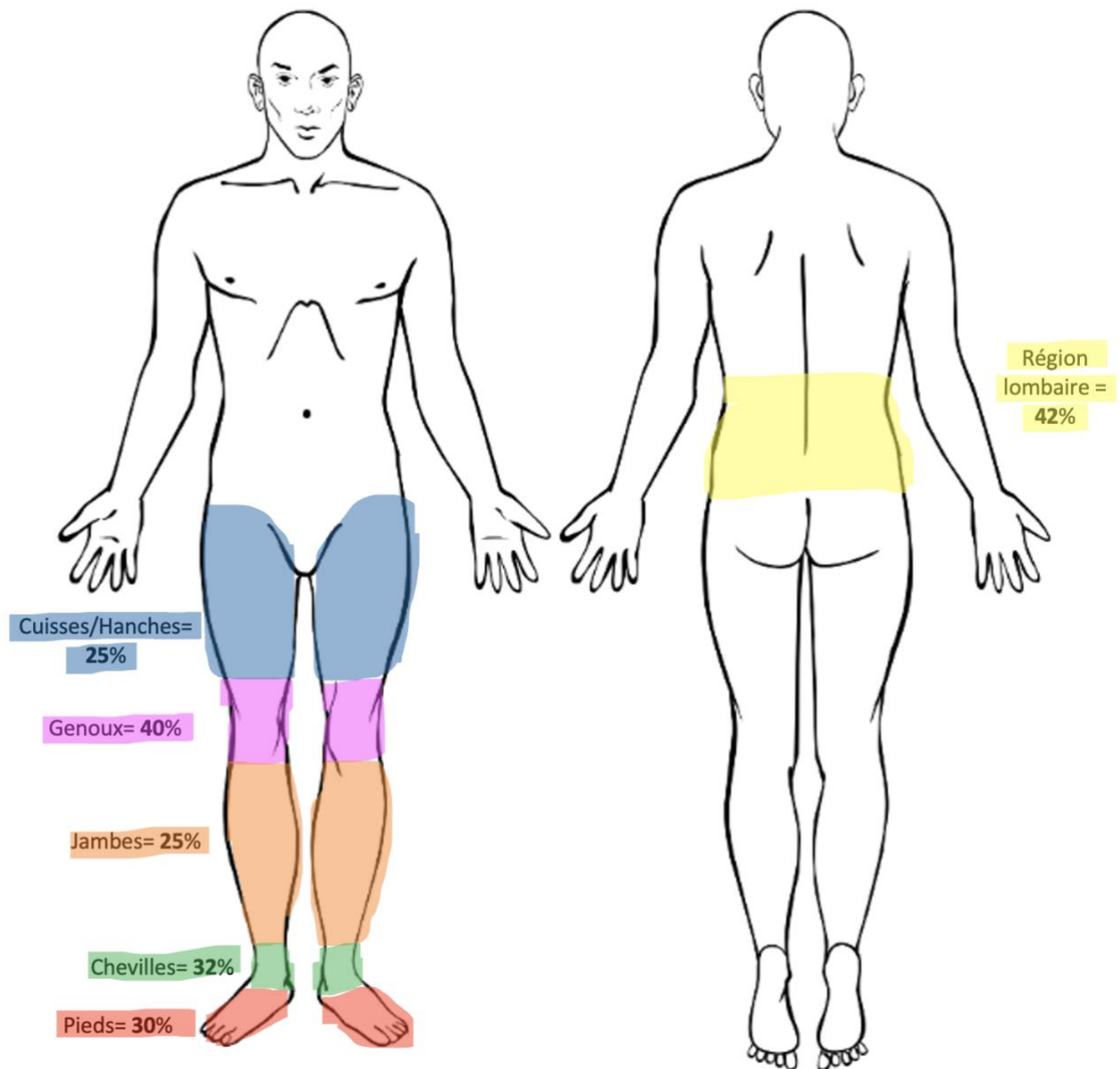
**Annexe 3** : Figure des détails de la répartition des blessures pour les résultats de l'étude de **Broglin & al 2017** (35).



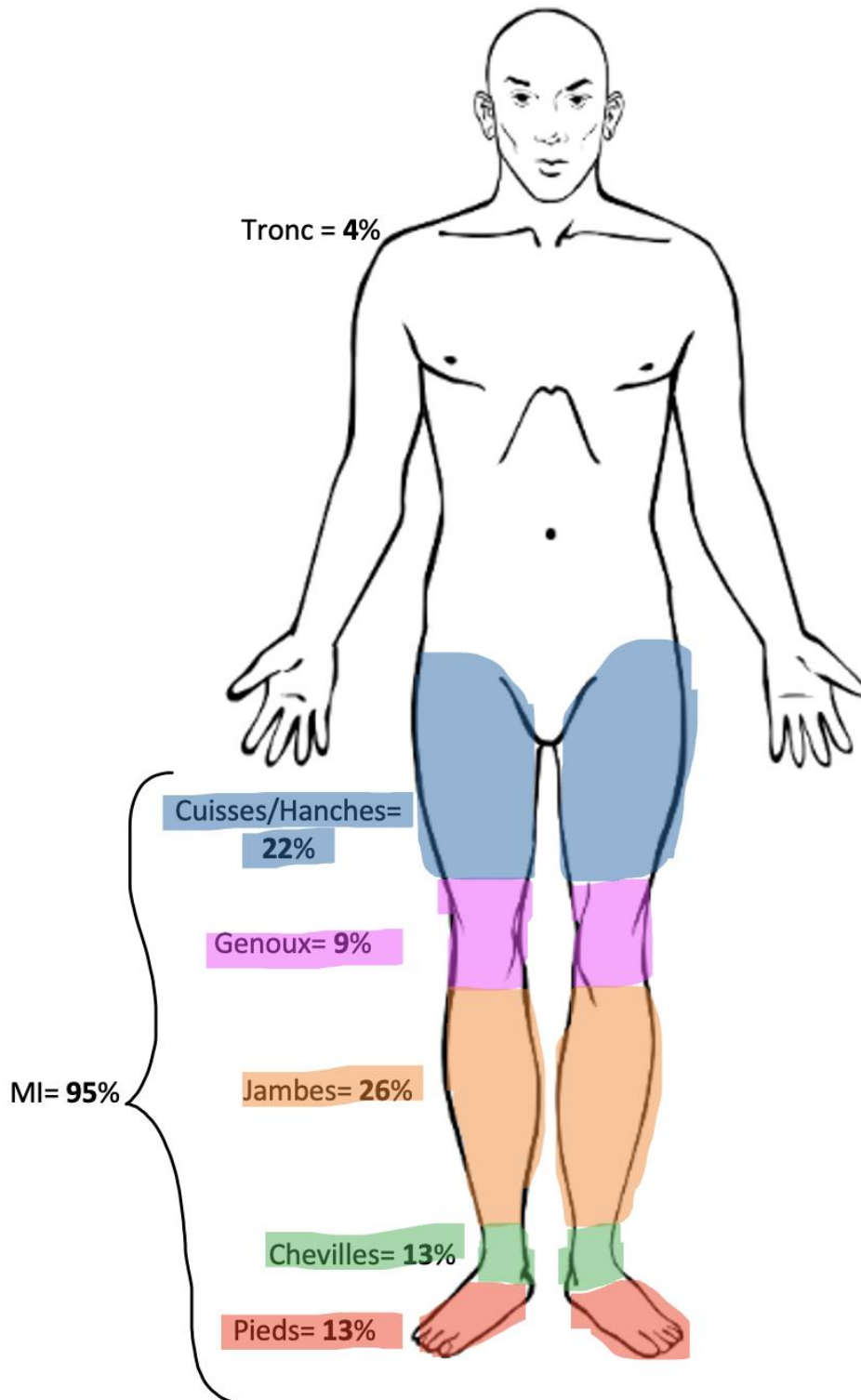
**Annexe 4** : Figure des détails de la répartition des blessures pour les résultats de l'étude de Gonzalez-Lazaro & al 2021 (36).



**Annexe 5** : Figure des détails de la répartition des blessures pour les résultats de l'étude de Malliaropoulos & al, 2015 (37).



**Annexe 6** : Figure des détails de la répartition des blessures pour les résultats de l'étude de **Jooste & al 2023** (38).



## **Annexe 7** : Échelle NOS adaptée aux études transversales en intégral.

### Appendix A

#### NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE

##### (adapted for cross sectional studies)

##### **Selection:** (Maximum 5 scores)

##### 1) Representativeness of the cases:

- a) Truly representative of the HCC patients (consecutive or random sampling of cases). 1 score
- b) Somewhat representative of the average in the HCC patients (non-random sampling) . 1 score
- c) Selected demographic group of users. 0 score
- d) No description of the sampling strategy. 0 score

##### 2) Sample size:

- a) Justified and satisfactory ( $\geq 400$  HCC included). 1 score
- b) Not justified ( $<400$  HCC patients included). 0 score

##### 3) Non-Response rate

- a) The response rate is satisfactory ( $\geq 95\%$ ). 1 Score
- b) The response rate is unsatisfactory ( $<95\%$ ), or no description. 0 Score

##### 4) Ascertainment of the screening/surveillance tool:

- a) Validated screening/surveillance tool. 2 scores
- b) Non-validated screening/surveillance tool, but the tool is available or described. 1 score
- c) No description of the measurement tool. 0 score

##### **Comparability:** (Maximum 1 stars)

##### 1) The potential confounders were investigated by subgroup analysis or multivariable analysis.

- a) The study investigates potential confounders. 1 score
- b) The study does not investigate potential confounders. 0 score

##### **Outcome:** (Maximum 3 stars)

##### 1) Assessment of the outcome:

- a) Independent blind assessment. 2 scores
- b) Record linkage. 2 scores
- c) Self report. 1 score

- 
- d) No description. 0 score

##### 2) Statistical test:

- a) The statistical test used to analyze the data is clearly described and appropriate. 1 score
- b) The statistical test is not appropriate, not described or incomplete. 0 score

**Annexe 8** : Grille d'évaluation AMSTAR, version en français.



## AMSTAR – GRILLE D'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ Méthodologique des revues systématiques

AMSTAR : a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews

### 1. Un plan de recherche établi a priori est-il fourni?

La question de recherche et les critères d'inclusion des études doivent être déterminés avant le début de la revue.

Oui  Non  Impossible de répondre  Sans objet

*Remarque :*

*Pour que la réponse soit « oui », il doit y avoir un protocole, l'approbation d'un comité d'éthique ou des objectifs d'étude prédéterminés ou établis a priori.*

Commentaire :

### 2. La sélection des études et l'extraction des données ont-ils été confiés à au moins deux personnes?

Au moins deux personnes doivent procéder à l'extraction des données de façon indépendante, et une méthode de consensus doit avoir été mise en place pour le règlement des différends.

Oui  Non  Impossible de répondre  Sans objet

*Remarque :*

*Deux personnes sélectionnent les études, deux personnes procèdent à l'extraction des données, puis elles se mettent d'accord ou vérifient leur travail respectif.*

Commentaire :

Traduction en français : Institut national d'excellence en santé et en services sociaux [www.inesss.qc.ca](http://www.inesss.qc.ca)

Institut national  
d'excellence en santé  
et en services sociaux  
**Québec**

### 3. La recherche documentaire était-elle exhaustive?

Au moins deux sources électroniques doivent avoir été utilisées. Le rapport doit comprendre l'horizon temporel de la recherche et les bases de données interrogées (Central, EMBASE et MEDLINE, par exemple). Les mots clés et (ou) les termes MeSH doivent être indiqués et, si possible, la stratégie de recherche complète doit être exposée. Toutes les recherches doivent être complétées par la consultation des tables des matières de revues scientifiques récentes, de revues de la littérature, de manuels, de registres spécialisés ou d'experts dans le domaine étudié et par l'examen des références fournies dans les études répertoriées.

Oui  Non  Impossible de répondre  Sans objet

*Remarque :*

*Si on a consulté au moins deux sources et eu recours à une stratégie complémentaire, cocher « oui » (Cochrane + Central = deux sources; recherche de la littérature grise = stratégie complémentaire).*

Commentaire :

### 4. La nature de la publication (littérature grise, par exemple) était-elle un critère d'inclusion?

Les auteurs doivent indiquer s'ils ont recherché tous les rapports, quel que soit le type de publication, ou s'ils ont exclu des rapports (de leur revue systématique) sur la base du type de publication, de la langue, etc.

Oui  Non  Impossible de répondre  Sans objet

*Remarque :*

*Si les auteurs indiquent qu'ils ont recherché la littérature grise ou non publiée, cocher « oui ». La base de données SIGLE, les mémoires, les actes de conférences et les registres d'essais sont, en l'occurrence, tous considérés comme de la littérature grise. Si la source renfermait de la littérature grise, mais aussi de la littérature à large diffusion, les auteurs doivent préciser qu'ils recherchaient de la littérature grise ou non publiée.*

Commentaire :

### 5. Une liste des études (incluses et exclues) est-elle fournie?

Une liste des études incluses et exclues doit être fournie.

Oui  Non  Impossible de répondre  Sans objet

*Remarque :*

*Il est acceptable de s'en tenir aux études exclues. S'il y a un hyperlien menant à la liste, mais que celui-ci est mort, cocher « non ».*

Commentaire :

## 6. Les caractéristiques des études incluses sont-elles indiquées?

Les données portant sur les sujets qui ont participé aux études originales, les interventions qu'ils ont reçues et les résultats doivent être regroupées, sous forme de tableau, par exemple. L'étendue des données sur les caractéristiques des sujets de toutes les études analysées (âge, race, sexe, données socio-économiques pertinentes, nature, durée et gravité de la maladie, autres maladies, par exemple) doit y figurer.

Oui  Non  Impossible de répondre  Sans objet

Remarque :

*Ces données ne doivent pas nécessairement être présentées sous forme de tableau, pour autant qu'elles soient conformes aux exigences ci-dessus.*

Commentaire :

## 7. La qualité scientifique des études incluses a-t-elle été évaluée et consignée?

Les méthodes d'évaluation déterminées a priori doivent être indiquées (par exemple, pour les études sur l'efficacité pratique, le choix de n'inclure que les essais cliniques randomisés à double insu avec placebo ou de n'inclure que les études où l'affectation des sujets aux groupes d'étude était dissimulée); pour d'autres types d'études, d'autres critères d'évaluation seront à prendre en considération.

Oui  Non  Impossible de répondre  Sans objet

Remarque :

*Ici, les auteurs peuvent avoir utilisé un outil ou une grille quelconque pour évaluer la qualité (score de Jadad, évaluation du risque de biais, analyse de sensibilité, etc.) ou peuvent exposer les critères de qualité en indiquant le résultat obtenu pour CHAQUE étude (un simple « faible » ou « élevé » suffit, dans la mesure où l'on sait exactement à quelle étude l'évaluation s'applique; un score général n'est pas acceptable, pas plus qu'une plage de scores pour l'ensemble des études).*

Commentaire :

## 8. La qualité scientifique des études incluses dans la revue a-t-elle été utilisée adéquatement dans la formulation des conclusions?

Les résultats de l'évaluation de la rigueur méthodologique et de la qualité scientifique des études incluses doivent être pris en considération dans l'analyse et les conclusions de la revue, et formulés explicitement dans les recommandations.

Oui  Non  Impossible de répondre  Sans objet

Remarque :

*Voici une formulation possible : « La faible qualité des études incluses impose la prudence dans l'interprétation des résultats ». On ne peut cocher « oui » à cette question si on a coché « non » à la question 7.*

Commentaire :



### 9. Les méthodes utilisées pour combiner les résultats des études sont-elles appropriées?

Si l'on veut regrouper les résultats des études, il faut effectuer un test d'homogénéité afin de s'assurer qu'elles sont combinables (chi carré ou  $I^2$ , par exemple). S'il y a hétérogénéité, il faut utiliser un modèle d'effets aléatoires et (ou) vérifier si la nature des données cliniques justifie la combinaison (la combinaison est-elle raisonnable?).

Oui  Non  Impossible de répondre  Sans objet

*Remarque :*

*Cocher « oui » si on souligne ou explique la nature hétérogène des données, par exemple si les auteurs expliquent que le regroupement est impossible en raison de l'hétérogénéité ou de la variabilité des interventions.*

Commentaire :

### 10. La probabilité d'un biais de publication a-t-elle été évaluée?

Une évaluation du biais de publication doit comprendre une association d'outils graphiques (diagramme de dispersion des études ou autre test) et (ou) des tests statistiques (test de régression d' Egger, méthode de Hedges et Olkin, par exemple).

Oui  Non  Impossible de répondre  Sans objet

*Remarque :*

*Si les auteurs ne fournissent aucun résultat de test ni diagramme de dispersion des études, cocher « non ». Cocher « oui » s'ils expliquent qu'ils n'ont pas pu évaluer le biais de publication, parce qu'ils ont inclus moins de 10 études.*

Commentaire :

### 11. Les conflits d'intérêts ont-ils été déclarés?

Les sources possibles de soutien doivent être déclarées, tant pour la revue systématique que pour les études qui y sont incluses.

Oui  Non  Impossible de répondre  Sans objet

*Remarque :*

*On ne peut cocher « oui » que si la source de financement ou de soutien de la revue systématique ET de chaque étude incluse est indiquée.*

Commentaire :

Appréciation générale

©Shea et al. BMC Medical Research Methodology 2007 7:10 doi:10.1186/1471-2288-7-10.

Les remarques (en italiques), signées Michelle Weir, Julia Worswick et Carolyn Wayne, rendent compte de conversations avec Bev Shea et (ou) Jeremy Grimshaw qui ont eu lieu en juin et octobre 2008 ainsi qu'en juillet et septembre 2010.

**TITRE** : Blessures en trail et ultratrail

**TITLE**: Trail and ultratrail running injuries

**Nombre de pages avec annexes** : 67

**Directeur de mémoire** : PORTEFAIX Hélène.

### **Résumé**

**Introduction** : Le trail est un sport en pleine expansion dans le monde entier depuis quelques années. Il s'agit de course sur des terrains variés, avec des variations de dénivelé et de distances. Cette dernière permet de les classer en deux catégories : le trail court (moins de 42km) et l'ultratrail (généralement plus de 42km). Comme la plupart des sports, les traileurs peuvent être soumis à des blessures liées à leur pratique et le trail est l'un des sports les plus concernés.

**Objectif** : Le but de cette revue est de déterminer les différences de blessures entre le trail court et l'ultratrail.

**Méthode** : Nous avons recherché dans les bases de données des articles sur les blessures en trail court et d'autres sur les blessures en ultratrail afin de les analyser séparément dans un premier temps puis de comparer ces analyses. Pour cela, nous nous sommes appuyés sur le nombre moyen de blessures, les caractéristiques des blessures et les potentiels facteurs de risques. Nous avons obtenu un total de six études, deux sur le trail court et quatre sur l'ultratrail.

**Résultats** : Nous avons un total de 7655 participants sur le trail court pour une moyenne de 64,75 blessures pour 1000 coureurs. Sur l'ultratrail, nous avons 2848 participants et une moyenne de 1148,3 blessures pour 1000 coureurs. Les principales régions du corps touchées sont : les genoux et les chevilles pour le trail court et les genoux et les cuisses/hanches pour l'ultratrail.

**Discussion** : Ces résultats pourraient être utiles pour la prévention et rééducation des coureurs de trail, cependant, à cause du manque de précision et des différents biais des études, nous ne pouvons pas les confirmer avec assurance. Les prochaines études pourraient investiguer elles-mêmes l'effet de la distance sur les blessures en trail ainsi que réfléchir à l'élaboration d'un questionnaire valide et reproductible afin de limiter le risque de biais.

**Mots clés** : Trail, ultratrail, blessures, musculosquelettiques.

### **Abstract**

**Introduction**: Trail running is a worldwide growing sport which is really attractive for a few years. This sport is characterized by running off-road with variation of elevation gain and distance. We can classify trail running distances in two categories: short trail (less than 42km) and ultratrail (usually more than 42km). But as each sport there are still injuries associated and trail running is one of the main ones.

**Objective**: The aim of this review is to determine the differences of injuries between short trail and ultratrail running.

**Method**: We research databases articles about injuries in short trail running and, also, others about injuries in ultratrail running. Therefore, we analyzed them separately to compare both analyses. To examine these studies, we used the mean number of injuries, the injury's characteristics and the potential factors of risks. We found a total of six studies in our inclusion criteria: two about short trail running and four about ultratrail running.

**Results**: For the short trail, we had a total of 7655 participants and a mean number of 64,75 injuries per 1000 runners. For the ultratrail, we had 2848 participants and a mean number of 1148,3 injuries per 1000 runners. Main body parts concerned by injuries were knees and ankles for short trails and knees and thigh/hip for the ultratrail.

**Discussion**: These results may be useful for prevention and rehabilitation of trail runners, however, because of the various biases and the lack of accuracy of the studies, we can't certainly confirm our words. Future research may investigate by themselves the effect of distance from short trail to ultratrail running on the musculoskeletal injuries to limit the risk of bias and to think about a way to create a valid questionnaire for trail injuries.

**Key words**: Trail running, ultratrail running, injuries, musculoskeletal.