



HAL
open science

Intérêt de la rééducation a la course dans le traitement des douleurs fémoro-patellaires chez le coureur récréatif

Huayna Andre

► **To cite this version:**

Huayna Andre. Intérêt de la rééducation a la course dans le traitement des douleurs fémoro-patellaires chez le coureur récréatif. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03937631

HAL Id: dumas-03937631

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03937631v1>

Submitted on 3 Feb 2023

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

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

**INTERET DE LA REEDUCATION A LA COURSE
DANS LE TRAITEMENT DES DOULEURS
FEMORO-PATELLAIRES CHEZ LE COUREUR
RECREATIF**

ANDRE Huayna

Directeur de mémoire : Franck PAVONE

Remerciements

Je tiens tout particulièrement à remercier les personnes que j'ai rencontrées durant ces 4 années d'études. Ensemble, nous avons passé des moments formidables qui resteront gravés dans ma mémoire. Je vous souhaite de mener à bien les projets qui vous tiennent à cœur.

J'aimerais également remercier mon maître de mémoire pour ses conseils et sa disponibilité.

Pour terminer, je remercie ma famille pour son soutien sans faille tout au long de mes études.

Table des matières

1	INTRODUCTION	1
1.1	Généralités	1
1.2	La course à pied.....	2
1.2.1	Le cycle de course.....	2
1.2.2	Biomécanique de la course à pied.....	7
1.3	Le syndrome fémoro-patellaire.....	8
1.3.1	Définition / épidémiologie.....	8
1.3.2	Anatomie	9
1.3.3	Biomécanique.....	10
1.3.4	Physiopathologie	13
1.3.5	Diagnostic	14
1.3.6	Traitement.....	16
1.4	Rééducation à la course	17
1.4.1	Réduction de l'adduction et de la rotation interne de la hanche	18
1.4.2	Transition attaque arrière-pied vers une attaque avant-pied	18
1.4.3	Augmentation de l'inclinaison du tronc vers l'avant.....	18
1.4.4	Augmentation de la cadence.....	19
1.5	Problématique.....	19
1.5.1	Importance et objectif de la revue /intérêts et perspective	19
2	METHODE	19
2.1	Critères d'éligibilité des études	20
2.1.1	Types d'études.....	20
2.1.2	Population concernée	20
2.1.3	Intervention.....	21
2.1.4	Comparateur	21
2.1.5	Objectif, critères de jugement.....	21
2.1.6	Critères d'inclusion et d'exclusion.....	22
2.2	Méthodologie de recherche des études	23
2.2.1	Sources documentaires investiguées	23
2.2.2	Equation de recherche utilisée.....	23
2.3	Méthode d'extraction et d'analyse des données.....	25
2.3.1	Sélection des études.....	25
2.3.2	Extraction des données	25
2.3.3	Evaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées.....	25
2.4	Méthode de synthèse des résultats	26
3	RESULTATS.....	28
3.1	Description des études.....	28

3.1.1	Diagramme de flux	28
3.1.2	Etudes exclues	29
3.1.3	Etudes incluses	29
3.2	Risque de biais des études de la revue	33
3.2.1	Grille étalonnée utilisée	33
3.2.2	Synthèse des biais retrouvés dans les études incluses	34
3.3	Effets de l'intervention sur les critères de jugement de notre revue	36
3.3.1	Critère de jugement principal : la douleur	36
3.3.2	Critère de jugement secondaire : biomécaniques de la course	41
4	DISCUSSION	43
4.1	Analyse des principaux résultats	43
4.1.1	Effets sur la douleur	43
4.1.2	Effets sur la biomécanique de la course.....	44
4.1.3	Hétérogénéité et limite des études.....	45
4.1.4	Synthèse des résultats selon le programme d'intervention	48
4.2	Applicabilité des résultats en pratique clinique	48
4.3	Qualité des preuves.....	49
4.3.1	Système GRADE	49
4.3.2	Synthèse du système GRADE.....	51
4.4	Biais potentiels de la revue	51
5	CONCLUSION	53
6	BIBLIOGRAPHIE.....	55
7	ANNEXES.....	58

Table des figures :

Figure 1: Découpe de la foulée.....	2
Figure 2: Différents défauts de postures du membre inférieur	4
Figure 3: Les différentes attaques du pied.....	5
Figure 4: L'articulation du genou	9
Figure 5: Translations latérales de la projection du centre de gravité.....	12
Figure 6: Poussée latérale R et angle Q.....	12
Figure 7: EVA	21
Figure 8: Opérateurs booléens.....	23
Figure 9: Score moyens aux EVA issus d'Esculier et al.	38

Table des tableaux :

Tableau 1: Interrogatoire et analyse cinésiologique tableau issu de Locomotion humaine : marche, course	14
Tableau 2: Analyse morphodynamique tridimensionnelle de la course.....	16
Tableau 3: Correspondances des niveaux de douleurs de l'EVA.....	21
Tableau 4: PICO	23
Tableau 5: Mots clés.....	24
Tableau 6: Informations extraites des articles	25
Tableau 7: Score PEDro des études incluses	33
Tableau 8: JBI cases series.....	34
Tableau 9: Résultats douleur Esculier et al.	37
Tableau 10: Résultats douleur Dos Santos et al. 2019	40
Tableau 11: Financements reçus par les études incluses dans la revue de littérature.....	48

Table des annexes :

ANNEXE 1: Grade des recommandations de la HAS

ANNEXE 2: Esculier et al. 2018

ANNEXE 3: Roper et al. 2016

ANNEXE 4: Dos Santos et al. 2019

ANNEXE 5: Tableau EXCEL utilisé pour les estimations des intervalles de confiance

ANNEXE 6: Tableau EXCEL Cochrane Handbook utilisé pour les estimations des écarts-types

ANNEXE 7: JBI case serie

ANNEXE 8: GRILLE AMSTAR-2

1 INTRODUCTION

1.1 Généralités

Haile Gebrselassie, double médaillé d'or aux Jeux Olympiques et huit fois champion du monde d'athlétisme, a dit un jour : « *Sans course à pied, il n'y a pas de vie* ».

La faculté de courir a toujours été intrinsèquement liée à la survie de l'espèce humaine. Ceux qui ne pouvaient pas courir étaient les premières victimes des prédateurs par leur manque de mobilité. L'utilisation de notre intelligence pour fabriquer des armes de chasse a rendu nos ancêtres moins dépendants de la vitesse pour survivre. Au fur et à mesure de l'avancée de la civilisation, le besoin de l'homme de courir vite pour subsister a donc été atténué par le développement d'autres compétences. Alors que cette faculté était autrefois littéralement une question de vie ou de mort, le développement social de l'homme a ouvert un nouvel horizon pour la course. Elle est devenue un moyen de compétition, de socialisation et de dépassement de soi qui ne nécessite pas d'équipement coûteux et ne connaît pas de barrières linguistiques ou culturelles. Tout être humain normalement constitué peut en théorie s'y adonner.

Dans une société où la sédentarité est de plus en plus banalisée, la course à pied, et plus largement l'activité physique, est l'un des meilleurs moyens d'allier plaisir et santé. Elle est bénéfique, entre autres, pour améliorer la qualité de vie, ralentir ou inverser le processus des maladies cardiovasculaires [1], réduire les risques d'accidents vasculaires cérébraux [2], diminuer les risques d'hypertension artérielle [3], d'hypercholestérolémie [4], d'Alzheimer[5], de maladies chroniques [6]... Elle a des effets non négligeables sur la santé psychologique en réduisant le stress, l'anxiété et la dépression [7] tout en augmentant le sentiment de bonheur et en renforçant l'estime de soi [8]. Ainsi pour Edward Stanley, « *ceux qui pensent qu'ils n'ont pas de temps pour l'exercice physique devront tôt ou tard trouver le temps pour être malades* ».

Que ce soit pour la santé mentale ou physique, la course à pied a donc plus que montré ses preuves. Néanmoins, au-delà de ses bienfaits pour la santé, les effets secondaires négatifs des blessures sportives doivent également être reconnus. Ainsi, pour le coureur loisir qui s'entraîne régulièrement, le taux d'incidence annuel global des blessures de course varie entre 37% et 56% [9]. En effet, lors de la course, le corps est sollicité de façon répétée aux mêmes endroits. Les pathologies majoritairement retrouvées sont le syndrome douloureux Fémoro-Patellaire (SDFP), le syndrome de l'essuie-glace, les tendinopathies d'Achille, les périostites, les fractures de fatigue ou encore la fasciite plantaire. [10]

Dans cette introduction, nous allons, dans un premier temps, nous intéresser plus en détail au cycle de la course ainsi qu'à ses aspects biomécaniques. Puis, nous détaillerons l'étiologie multifactorielle et complexe du SDFP. Enfin, nous évoquerons un axe de traitement qui peut être intéressant pour les coureurs récréatifs souffrant de SDFP.

1.2 La course à pied

1.2.1 Le cycle de course

Un cycle correspond à la période entre le moment où un pied touche le sol et le moment où ce même pied reprend contact avec lui.

A l'inverse de la marche où les pieds sont posés en même temps sur le sol au cours d'un cycle, la course à pied se définit par le fait que les deux pieds se retrouvent à un même moment décollés du sol. Ainsi, une foulée est caractérisée par une succession de simples appuis contrairement à la marche qui est une activité alternée des membres inférieurs avec succession de doubles et simples appuis. Lorsqu'on se met à courir, on augmente progressivement la vitesse de marche, diminuant donc la durée de double appui jusqu'à la faire disparaître.

L'orientation et le positionnement des différentes parties du membre inférieur découlent directement de la position de chaque articulation. Si cet agencement est correctement effectué, il réduit le coût énergétique et physiologique de la course. Si les composantes décrites sont plus ou moins marquées ou asymétriques, les contraintes seront à chaque foulée mal réparties et auront un impact sur les structures. La variabilité posturale induit une architecture particulière qui peut limiter la marge de manœuvre et rendre impossible l'alignement des articulations.

On peut diviser la foulée en trois phases : **la suspension**, **l'appui** (amortissement et soutien) et **l'impulsion**. Nous allons nous intéresser à la position théorique des différentes articulations du membre inférieur lors de chaque phase.

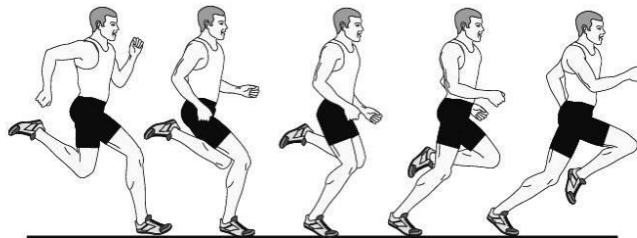


Figure 1: découpe de la foulée

1.2.1.1 Phase de suspension

C'est la phase aérienne du cycle de la course pendant laquelle le coureur n'a plus aucun contact avec le sol. Elle débute au moment où le pied d'appui quitte le sol à la suite du décollage des orteils et se termine avant que ce même pied n'entre en contact avec le sol.

➤ **Hanche :**

- Le degré d'abduction/adduction de cette articulation entraîne un écartement plus ou moins marqué des pieds par rapport à la projection du centre de gravité. Si les composantes du

mouvement dans le plan frontal sont bien organisé c'est la partie antéro-externe de l'avant-pied qui doit prendre contact avec le sol en premier.

- La rotation de la hanche induit un pivotement du fémur et va agir à distance sur le degré d'ouverture du pied par rapport à l'axe de déplacement. Une rotation interne de la hanche va placer le pied en dehors tandis qu'une rotation externe va le déplacer en dedans. Cette même rotation de hanche va s'observer sur l'ouverture ou la fermeture du pied quand le genou est en extension.

➤ **Genou :**

- La rotation du tibia entraîne une ouverture plus ou moins marquée du pied par rapport à l'axe de déplacement. Ainsi une rotation externe du tibia va ouvrir le pied et une rotation interne du même os va le re-axer.

➤ **Sous-talienne :**

- L'orientation de la plante du pied varie par rapport au tibia en fonction du degré d'inversion ou d'éversion de la sous-talienne. Le positionnement correct de cette articulation doit permettre de placer simultanément l'axe du pied parallèle à l'axe horizontal du tibia et d'ajuster l'inclinaison du pied par rapport à l'axe vertical du tibia.
- La chaîne musculaire de suspension se met en jeu avec le psoas, le droit fémoral, le sartorius et le tibial antérieur. La contrainte de rotation médiale de la hanche est sous le contrôle du psoas. Le sartorius contrôle la rotation latérale du tibia sous le fémur et le tibial antérieur contrôle l'éversion du pied. [30]

1.2.1.2 Phase d'appui

Les contraintes subies par le membre inférieur sont totalement différentes : d'une phase aérienne on passe à une position en appui avec toutes les conséquences que cela engendre. C'est la phase de la mise en place de **l'amortissement** (décélération verticale) et du **soutien**. Cette étape comporte l'attaque du pied qui sera développée plus en détails.

La phase d'amortissement débute avec l'attaque du pied par sa partie latérale et se termine lorsque l'avant-pied touche le sol. On retrouve une pronation du pied au niveau subtalaire, une absorption du choc et un déverrouillage du pied ainsi qu'une rotation médiale du tibia. Une force de réaction au sol inversée au sens de déplacement apparaît et entraîne une augmentation de la pression dans les articulations du membre inférieur.

La phase de soutien débute à partir du moment où le pied est entièrement en contact avec le sol jusqu'au décollement de l'arrière-pied. Durant la phase de soutien, la projection verticale du centre de gravité correspond à la projection verticale de l'appui au sol. Le poids du corps va progressivement se répartir sur l'avant du pied afin de préparer la phase d'impulsion qui va suivre. On retrouve une supination de pied et une rotation latérale du tibia qui vont permettre de préparer le pied à l'impulsion. La composante des forces de réaction du sol est opposée au poids.

Pour lutter contre l'effondrement, un ensemble de muscles prend le relais de la chaîne musculaire de la suspension : petit et moyen fessiers, piriforme, tenseur du fascia lata (TFL) et tibial postérieur. Cette chaîne de stabilisation est pleinement efficace si le placement osseux est bien calibré. Les degrés de flexion de cheville, de genou et de hanche sont maintenus par la chaîne musculaire d'extension impliquant les muscles de la cheville, le quadriceps et les fessiers.

Pendant cette phase, les deux membres inférieurs vont se croiser sur le plan sagittal.

Musculairement, comme le membre inférieur passe très rapidement d'une position où il est suspendu à une position où il est en appui, il doit s'adapter à des contraintes très différentes tout en maintenant le positionnement des articulations par rapport à l'axe de déplacement.

Le tibial postérieur prend progressivement le relais du tibial antérieur. Il va avec le triceps sural maintenir la flexion plantaire de la cheville. Le tibial antérieur, aidé des fléchisseurs des orteils, influe sur l'inversion et la flexion dorsale de la cheville.

Le TFL contrôle le valgus du genou et le degré d'abduction de la hanche.

Les petit et moyen fessiers ainsi que le piriforme contrôlent les degrés d'abduction et de rotation externe de la hanche.

Lors de cette phase, on observe une déformation de l'avant-pied. Il y a une torsion entre l'axe transversal de l'avant pied et l'axe de l'arrière-pied, entraînant la formation d'une arche interne dynamique. Ainsi, il y a un déroulement de l'avant-pied de l'extérieur vers l'intérieur, ce qui implique une forte sollicitation de l'arche externe.

Une mauvaise organisation de la posture du membre inférieur lors de la phase de suspension avec, par exemple, une rotation médiale de la hanche, une rotation latérale du tibia sous le fémur et une éversion du pied entrainera irrémédiablement un effondrement des structures dans la phase d'appui. Les pressions/tensions seront réparties de manière totalement hétérogène au sein des articulation avec des conséquences sur les éléments musculo-tendineux en présence. Pendant la course, plus la fatigue s'installe, plus les défauts de posture sont visibles.[30]

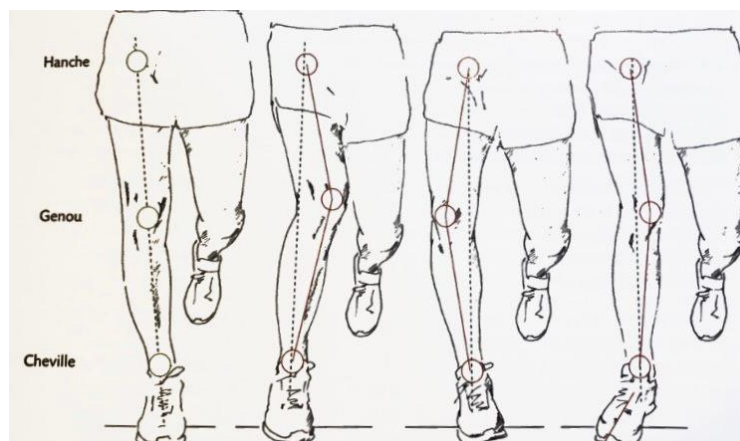


Figure 2: Différents défauts de postures du membre inférieur

1.2.1.3 La phase d'impulsion

Elle permet de réaliser la poussée antérieure par l'action du triceps sural. On a un verrouillage du pied et une pronation de l'avant-pied, ce qui va permettre de se retrouver avec un bras de levier fixe pour l'impulsion. Ici, la composante des forces de réaction au sol est exercée dans le sens de déplacement.

On peut isoler trois différents types de foulées qu'on peut classer en 3 grandes catégories :

- **Les coureurs universels** : 40-45% des coureurs. Comme toutes les attaques taligrades, les coureurs universels débutent chaque mouvement de déroulé du pied avec la partie postéro – latérale du talon. Les appuis se dirigent ensuite du talon vers l'intérieur du pied puis jusqu'à l'hallus, avec une trajectoire rectiligne entre ces deux points. Ce déroulé postéro-antérieur dure 0,1 s. Une fois les appuis sur l'avant-pied, a lieu la propulsion qui dure aussi 0,1s environ. La totalité de la phase d'appui dure environ un quart de seconde. Cette durée d'appui diminue avec la vitesse de course.
- **Les coureurs pronateurs** : 40-45% des coureurs. Ils présentent une bascule des appuis en médial du pied, suite à l'appui initial en latéral du talon. Cette trajectoire, passant en médial pour rejoindre l'hallux est typique chez les personnes avec une tendance aux pieds plats. Dans certains cas, une pronation marquée peut engendrer une attaque talon en médial.
- **Les coureurs supinateurs** : 10-15% des coureurs. Ils représentent des appuis avec une trajectoire passant, plus en latéral de la voûte plantaire, typique chez les personnes avec une tendance de voute plantaire marquée. On observe une décharge de la partie médiale du pied sur la majeure partie du déroulé. [24]

1.2.1.4 La pose du pied durant la phase d'appui



Figure 3: Les différentes attaques du pied

La phase d'appui est marquée par le contact initial du pied au sol, le déroulé du pied jusqu'à la poussée de la pointe et l'impulsion. Elle correspond à 40% du cycle de la foulée. Pour les athlètes de haut niveau en endurance et en sprint, elle est beaucoup moins importante. [24]

Il est fréquent de distinguer les coureurs dit terriens qui favorisent un appui sur le talon et les coureurs aériens avec un pattern de course plus axé sur un appui médio ou avant pied. Les systèmes musculaires recrutés vont être différents.

On distingue trois grands types d'attaque du pied :

❖ **L'attaque taligrade**

C'est la plus répandue chez le coureur, on compte 89% d'attaques taligrades chez les coureurs élite sur un semi-marathon [10]. On peut mettre cela sur le compte de l'utilisation de chaussures de course avec une plus grande épaisseur et un amorti sur la partie postérieure de la semelle, rendant l'atterrissage sur le talon plus confortable.

Lors de l'attaque taligrade, le contact initial avec le sol se produit au niveau de la partie postéro-latérale du talon et se finit sur la phalange distale de l'hallux. Les coureurs taligrades ont une cheville en flexion dorsale pendant la phase terminale de la suspension ainsi que pendant la phase d'appui précoce. Il y a un travail important du tibia antérieur, du quadriceps et du grand fessier. Une étude mesurant l'activité musculaire chez les coureurs taligrades a trouvé une activité plus élevée du tibia antérieur chez ce type de coureur. [32]

Les coureurs taligrades font habituellement des foulées plus grandes avec une cadence autour de 150-160 pas par minutes et un déplacement vertical plus important. [33] L'appui antérieur a lieu bien en avant du bassin, avec un genou presque en extension bien en avant du centre de gravité. Ce pattern de course, plus coûteux en énergie, est donc caractérisé par un pic d'impact et une vitesse de force d'impact plus élevés ce qui augmente les charges appliquées au genou.

❖ **L'attaque medio-pied**

Elle correspond à un compromis entre les attaques taligrades et avant-pied. Elle s'effectue avec une surface plus étendue sur la plante du pied, voire la totalité.

On dénombre trois zones osseuses (talon, bord interne et bord externe) qui, tel un trépied, vont être en contact avec le sol.

❖ **L'attaque avant-pied**

Dans ce modèle, c'est la région antérieure du pied qui frappe le sol en premier.

Ici, les talo-crurales sont en position plus neutre pendant la phase d'oscillation et plus en flexion plantaire pendant la phase d'appui précoce. Ainsi, le premier contact au sol de chaque foulée se fait dans la zone tarso-métatarsienne. La prise d'appui se fait avec un genou qui est plus fléchi que celui des coureurs taligrades. Ainsi, hanche, genou et cheville subissent une contrainte en flexion recrutant les muscles grand fessier, quadriceps et triceps. La même étude citée plus haut, analysant les différences d'activité musculaire entre les coureurs taligrades et avant-pied, trouve une activité plus élevée des gastrocnémiens médial et latéral chez les coureurs avant-pied.[32]

Une des différences entre l'attaque taligrade et l'attaque avant-pied réside donc dans la disparité d'application des contraintes sur la cheville. Les muscles du mollet sont structurellement différents, plus forts et plus puissants que le tibia antérieur, ils sont plus disposés à lutter contre la gravité. La prise d'appui avant-pied met en place un bras de levier plus important, ce qui permet un plus grand contrôle de l'amortissement. En effet, la force de réaction au sol s'exerçant au niveau de l'avant-pied

fait fléchir la cheville et légèrement le genou. Le triceps régulant simultanément l'angulation de la cheville et le genou, la flexion dorsale suivant à la prise d'appui se transmet par son intermédiaire au tibia et au fémur, agissant donc sur la flexion du genou. Le triceps sural devient alors un relais mécanique qui permet un amortissement efficace.

Mettant en jeu le complexe tricipito-achilléo-calcanéo plantaire, ce pattern de course permet d'emmagasiner une partie de la force de réaction au sol et de la restituer lors de la propulsion. Cette triple insertion permet de mettre en place collectivement une extension du genou et une extension de la cheville.

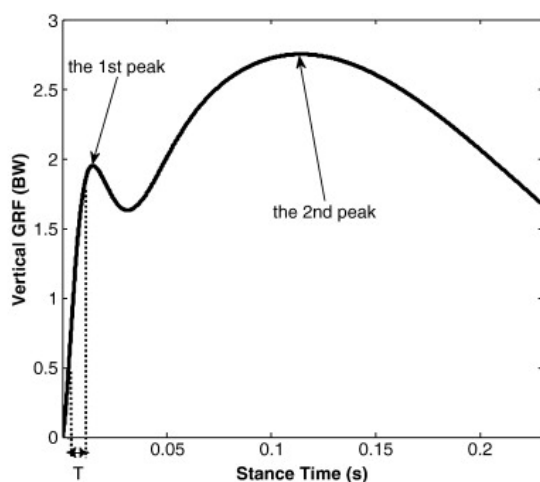
Des analyses cinématiques montrent que, même sur des surfaces dures, les coureurs avant-pieds génèrent des forces de collision plus faibles que les attaquants taligrades. [34]

1.2.2 Biomécanique de la course à pied

La biomécanique de la course inclut l'étude du mouvement par l'utilisation de systèmes d'analyse d'images et de capture du mouvement et de plates-formes de forces pour les mesures des efforts de contact. Ainsi, une analyse qualitative et quantitative de la gestuelle du sportif est réalisée. Nous allons en aborder quelques points.

Le taux de charge vertical (T sur la *figure 4*) est défini comme une indication de la vitesse à laquelle la force de réaction au sol monte jusqu'à son premier pic, le pic d'impact. Cette mesure permet de quantifier la capacité du coureur à amortir le premier contact du talon avec le sol. [35]

Le taux de charge vertical se mesure à l'aide de la plateforme de force. Cette plateforme de force mesure **la force de réaction au sol** (ground reaction force) en se basant sur la troisième loi de Newton, le principe d'action et de réaction, qui dit que : « *si un corps A exerce une force sur un corps B, alors B exerce sur A une force d'égale intensité, de même direction et de sens opposé.* » [36] Lors de chaque phase d'appui, le pied (A) exerce une force sur le sol (B). Le sol (B) exerce donc une force d'égale intensité, de même direction et de sens opposé sur le pied (A), qu'on appelle la force de réaction du sol. Elle évoque la somme de l'accélération de tous les segments du corps. Le tracé de la force de réaction au sol comporte deux pics, les pics d'impact et de propulsion. La plateforme de force est composée de capteurs qui émettent un signal électrique proportionnel à la force reçue et convertissable en newtons.



Vertical GRF (BW) : force verticale de réaction au sol

The 1st peak : 1^{er} pic= pic d'impulsion

The 2nd peak : 2^{ème} pic= pic de propulsion

Stance time(s) : phase d'appui

0 : Contact initial

T : période pendant laquelle le taux de charge vertical est calculé

Figure 4: force de réaction au sol en fonction du temps d'appui

Le taux de charge vertical est composé de deux variables :

- **Le taux de charge instantané** (*vertical instantaneous loading rate* - VILR) : c'est la pente maximale de la courbe de force de réaction au sol entre le premier impact du pied et le pic d'impact (1^{er} pic)
- **Le taux de charge moyen** (*vertical average loading rate* – VALR) : c'est la pente moyenne de la force d'impact.

La force verticale de réaction au sol change lors de la phase d'appui. **Le pic d'impact** (*impact peak*) correspond à l'amplitude maximale de la force transmise au pied lorsque que le talon rentre en contact avec le sol. C'est un pic considéré comme passif. Lorsqu'il est atteint, la composante verticale de réaction du sol peut représenter jusqu'à 2,2 fois le poids corporel.

Le pic actif (*active peak*) coïncide avec la phase de mi-appui du cycle de la course et débute lorsque la phase de propulsion commence. L'activité concentrique des muscles qui commencent la phase de propulsion le rend plus élevé que le pic d'impact. Comme il y a une propulsion du corps vers l'avant, il peut atteindre 2,6 fois le poids corporel. [37]

Maintenant que nous avons décrit le cycle de la course et ses composantes biomécaniques, nous nous intéresserons à la pathogenèse du SDFP ainsi qu'à son diagnostic et sa prise en charge masso-kinésithérapeutique.

1.3 Le syndrome fémoro-patellaire

1.3.1 Définition / épidémiologie

Le syndrome fémoro patellaire est caractérisé par des douleurs rétro patellaires ou péri patellaires résultant de modifications physiques et biochimiques du genou. Un mauvais positionnement de la patella lors des mouvements de flexion/extension conduit à une augmentation de la compression sur les facettes patellaires. La douleur causée par ces phénomènes peut être associée à des crépitements et des sensations d'instabilité. Les patients souffrant de ce syndrome ont une douleur qui apparaît généralement avec l'activité et peut s'aggraver lorsqu'ils descendent des marches/terrains en pente. On retrouve aussi le signe du cinéma, correspondant à une douleur lors d'une position assise prolongée nécessitant la mise en extension du genou pour la calmer. Cette pathologie peut coexister avec l'instabilité patellaire (subluxation récidivante de la patella) ou l'arthrose fémoro-patellaire.

Le SDFP touche plus spécifiquement les adolescents, les jeunes adultes actifs, les athlètes de haut niveau et les militaires. C'est l'un des problèmes les plus courants chez les personnes physiquement actives entre 15 et 30 ans [10]. Il représente 25 à 40% des troubles du genou [12]. Son incidence est élevée et se situe à 22/1000 personnes par an. [11]. On remarque une incidence et une prévalence plus importantes chez les femmes [11]. C'est l'atteinte la plus fréquente chez le coureur à pied et elle amène de nombreux athlètes à limiter leurs activités sportives.

Dans le but de comprendre au mieux les éléments impliqués dans la pathogenèse de cette pathologie, nous allons, pour commencer, approfondir l'anatomie du genou et sa biomécanique.

1.3.2 Anatomie

1.3.2.1 Le genou

❖ Présentation :

« *Le genou est un valet soumis à deux maîtres : la hanche et le pied* ».
Boris Dolto

Le genou est formé de deux articulations : l'articulation fémoropatellaire et l'articulation fémorotibiale. Elles sont indissociables d'un point de vue aussi bien anatomique que fonctionnel et sont englobées dans la même poche articulaire. On remarque que même si elle est située dans la région du genou, l'articulation tibiofibulaire est d'un point de vue fonctionnel reliée à la cheville.



Figure 5: L'articulation du genou

❖ Éléments en présence :

Le fémur : Il présente deux surfaces articulaires :

- La surface patellaire ou trochlée

Partie la plus haute de la surface fémorale, elle est située à la face antérieure de l'extrémité inférieure du fémur. De type ginglyme (en forme de charnière), elle répond à la face postérieure de la patella. Elle comprend une gorge sagittale, une joue médiale et une joue latérale plus large, saillante et haute pour pouvoir freiner le dégagement latéral de la patella tout en supportant les contraintes fémoropatellaires.

- Les condyles fémoraux

Les surfaces articulaires sont localisées aux faces inférieures et postérieures des condyles fémoraux. Elles répondent au ménisque et au condyle tibial correspondants. Le condyle médial est oblique en avant et en dehors, il est plus étroit et plus long que le condyle latéral qui est, lui, sagittal.

Le tibia : Les surfaces articulaires sont au nombre de deux. Elles se trouvent sur les parties médiales et latérales du plateau tibial. Elles répondent au ménisque correspondant et à sa périphérie ainsi qu'au condyle fémoral correspondant. La surface médiale est oblique en avant et en dehors, concave en tous sens et plus étroite que longue. La surface latérale est sagittale, convexe sagittalement, plane ou légèrement concave transversalement, plus large et moins longue.

La patella : Localisée à la face postérieure de la patella, la surface articulaire répond à la trochlée fémorale. Elle est quadrangulaire, concave verticalement et séparée en deux joues par une crête verticale. La joue latérale est plus large et légèrement concave de dedans en dehors. La médiale est

plus étroite et légèrement convexe de dedans en dehors. Elle permet une augmentation du bras de levier.

Les ménisques : Les deux ménisques sont situés sur les bords périphériques des condyles tibiaux et sont solidaires au tibia par des freins fixés à chaque extrémité. Ils sont constitués de fibrocartilage. Triangulaire à la coupe, leur face périphérique est adhérente à la capsule, leur surface axiale est encroutée de cartilage hyalin et leur face inférieure est posée sur le condyle tibial correspondant. Ils ont une forme similaire aux condyles fémoraux correspondants. Ainsi, le ménisque médial est étroit et long en forme de « C » et le ménisque latéral est plus large et moins long, en forme de « O ».

❖ Moyens d'unions :

La capsule : Elle est lâche sagittalement et tendue sur les côtés. Elle est totalement indépendante de celle de l'articulation tibio-fibulaire supérieure. Elle est composée de cul-de-sac sous-quadricipital et reçoit des fibres musculaires (muscle artulaire du genou, poplité, biceps et semi-membraneux) qui forment des tenseurs des culs-de-sac.

La synoviale

Les ménisques

Les ligaments [14]

1.3.2.2 Rappels sur la hanche

L'articulation coxo-fémorale est de type sphéroïde, congruente et concordante, ce qui lui confère une grande stabilité. C'est une articulation portante qui est située à la base du membre inférieur. Elle règle l'orientation du membre dans l'espace. Cette articulation fait partie du complexe lombo-pelvi-fémoral, toute dysplasie de la hanche (coxa-valga, coxa-vara, coxa-retrosa) se répercute sur les articulations sus et sous-jacentes.

On compte parmi les stabilisateurs du bassin les pelvitrochantériens (le piriforme, les obturateurs interne et externe, les jumeaux supérieur et inférieur et le carré fémoral), les petit, moyen et grand fessiers, le TFL et le sartorius.

1.3.3 Biomécanique

L'articulation de genou est déterminée par la portance à travers de la transmission la charge gravitaire du corps en direction du/des pied(s) en appui monopodal ou bipodal. Par conséquent, lors d'une atteinte, il est impératif de se concentrer sur le genou controlatéral autant que sur les articulations sus et sous-jacentes.

L'articulation du genou présente deux degrés de liberté permettant la flexion/extension et les rotations médiale et latérale (genou fléchi). La mobilité articulaire se répartit sur les deux compartiments fémoro patellaire et fémoro-tibial.

1.3.3.1 Plan sagittal

Dans le plan sagittal, l'articulation du genou permet de gérer l'éloignement ou le rapprochement du corps du centre de gravité du corps avec le sol de manière complète ou partielle.

La **flexion** est le mouvement dans lequel le talon se rapproche de la fesse (en chaîne cinétique fermée ou en chaîne cinétique ouverte). Elle a une amplitude de +/- 140°. Les muscles moteurs principaux sont les ischio-jambiers avec le semimembraneux, le semitendineux et le biceps fémoral. Les gastrocnémiens, les muscles de la patte d'oie (gracile et sartorius), le TFL et le poplité ont également une action sur la flexion du genou.

Lors de la flexion, la patella s'engage dans la trochlée fémorale (aux alentours de 30° de flexion). Le mouvement de flexion est associé à une rotation médiale automatique. En effet, le condyle latéral a un déplacement plus important que son homologue médial qui est plus concave donc se retrouve bloqué. Pendant l'extension, de 30° à 0°, on a un mouvement de rotation latérale automatique.

L'**extension** ou le retour de flexion permet un réalignement de la jambe dans l'axe du fémur (sans compter sur d'éventuels recurvatus). L'axe est identique à celui de la flexion. L'amplitude est théoriquement nulle, il peut y avoir un éventuel recurvatum s'il y a présence d'une hyperlaxité. Le muscle moteur principal est le quadriceps avec ses quatre chefs (vaste médial, vaste latéral, vaste intermédiaire et droit fémoral).

Lors de la flexion active du genou, la patella est tirée vers le bas par la traction du tendon patellaire et inversement lors de l'extension active lors de laquelle elle subit la traction du tendon quadricipital. Durant ces mouvements de flexion/extension elle parcourt la gorge de la trochlée.

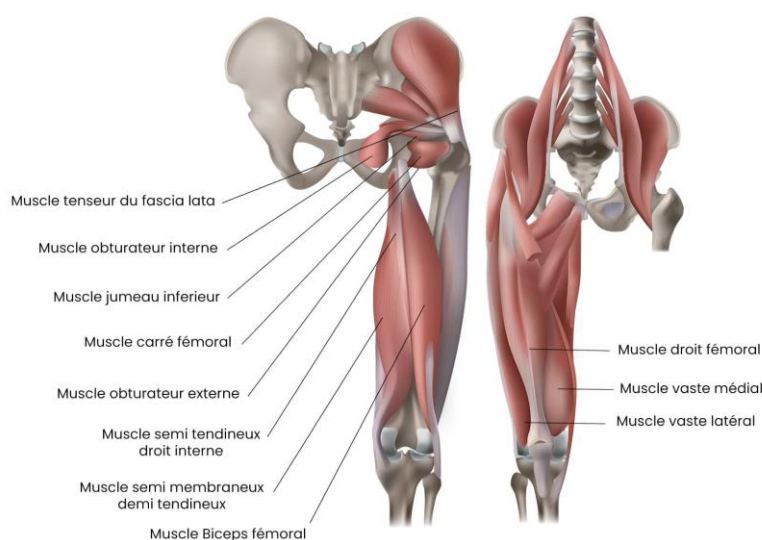


Figure 6: Myologie de la région de la hanche et du genou

1.3.3.2 Plan frontal

Au sein de l'articulation fémoro-patellaire, la patella peut être sujette à des déviations frontales pouvant être à l'origine d'éventuels syndromes.

Le genu valgum physiologique permet d'économiser les translations latérales de la projection du centre de gravité du corps. Le bras de levier relativement court de l'haubanage latéral nécessite une diminution de celui de l'axe gravitaire, donc un rapprochement de l'articulation de l'axe du corps. Pour ce faire, la seule modification possible est le changement de l'angulation du genou. En effet, la présence du bassin empêche toute modification de l'articulation sus-jacente et un éventuel écartement des pieds entraînerait une translation latérale de la projection gravitaire et serait donc responsable d'une boiterie. Ce genu valgum physiologique est de 170° à 175° .

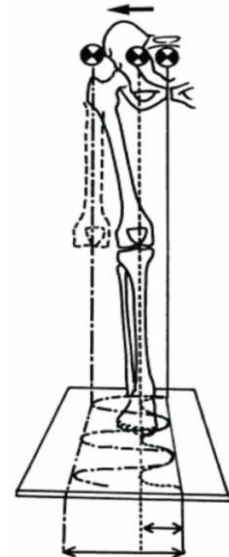


Figure 7: translations latérales de la projection du centre de gravité

Le tendon patellaire est légèrement oblique en bas, en arrière et en dehors formant l'angle Q. Il est décrit en rectitude et est la résultante de l'obliquité des tendons quadricipital et patellaire. L'angle Q induit la poussée latérale R sur la patella lors de la mise en tension du quadriceps. Cet angle dépend également de l'implantation de la tubérosité tibiale ainsi que de la rotation du genou. Il est de 165° , genou en rectitude. Cet angle est plus prononcé chez les femmes que chez les hommes ce qui est à l'origine d'une prévalence plus importante du SDFP chez ces dernières.

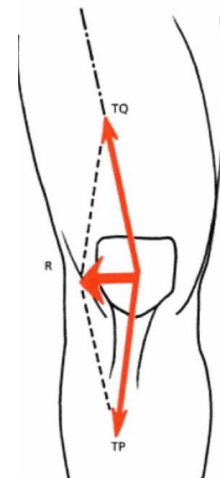


Figure 8: Poussée latérale R et angle Q

1.3.3.3 Plan horizontal

Les **rotations** sont des mouvements dans lesquels la tubérosité tibiale se porte en dedans (rotation médiale) ou en dehors (rotation latérale). L'axe est le prolongement de l'axe de la jambe passant par le centre de l'articulation du genou.

On mesure les rotations par rapport à l'axe du pied avec un secteur total d'environ 60 à 90° . On remarque une légère prédominance de la rotation latérale sur la rotation médiale, surtout chez les

femmes. Les muscles moteurs de la rotation médiale sont ceux de la patte d'oie (sartorius, gracile et semitendineux), le semimembraneux, le poplité et le vaste médial. Les muscles rotateurs latéraux sont le biceps fémoral, le TFL et le vaste latéral. [15]

1.3.4 Physiopathologie

La pathogenèse du SDFP est multifactorielle avec divers troubles fonctionnels du membre inférieur impliqués. Les facteurs contributifs comprennent la surutilisation et la surcharge de l'articulation fémoro-patellaire, des problèmes biomécaniques et un dysfonctionnement musculaire.

Il a été rapporté qu'il existe une association entre diverses variables telles que la vitesse de la force d'impact, le pic d'impact vertical, le choc tibial et SDFP (ces éléments seront plus approfondis dans la partie **Biomécanique de la course**). Ainsi, une contrainte articulaire fémoro-patellaire plus importante peut résulter de forces de réaction au sol plus élevées. Les coureurs souffrant de SDFP présentent un pic de stress patellaire plus important que les coureurs en bonne santé. [16]

Des études ont décrit une déviation de la patella (latéralisation et inclinaison latérale accrues pendant un squat). La déviation de la patella aurait une corrélation avec une activation retardée du vaste médial. Le vaste latéral serait activé plus tôt que le vaste médial lorsque les patients montent et descendent les escaliers, déséquilibre inexistant dans les groupes témoins. [21] Le tractus ilio-tibial a aussi une influence sur la position de la patella. Il peut exercer une force latérale excessive sur la patella et faire tourner le tibia vers l'extérieur, perturbant ainsi l'équilibre du mécanisme fémoro patellaire. [18]

La présence d'un valgus dynamique chez les patients atteints du SDFP a également été décrite. Les causes du valgus dynamique peuvent être une rotation interne du fémur, du tibia ou des deux. La rotation interne du fémur pourrait être le résultat d'une faiblesse des abducteurs et des rotateurs externes de la hanche. La rotation interne du tibia peut résulter d'une éversion de l'arrière-pied avec une augmentation de la chute du naviculaire ou d'un pied pronatus avec une abduction de l'avant-pied plus importante. Le valgus fonctionnel peut conduire à un désaxage latéral de la patella. [17])

Le rôle de l'angle quadricipital en tant que prédicteur du SDFP est controversé. Il correspond à l'angle auquel le muscle quadriceps rencontre la patella comparativement à la ligne formée par le ligament reliant la patella au tibia (voir partie **Anatomie**). Pour le trouver, on trace une ligne entre l'épine iliaque antéro supérieure et le centre de la patella ainsi qu'une ligne entre la tubérosité tibiale antérieure et le centre de la patella. Une étude indique qu'un angle Q plus important (associé à l'amplitude du moment d'abduction du genou) peut ne pas être un facteur de risques du SDFP [19]. Cette interprétation s'oppose à celle d'autres études pour lesquelles l'augmentation du moment d'abduction du genou et des charges dans le plan frontal contribue à une incidence accrue de SDFP. [20]

Des liens ont également été faits entre une tension significative des ischio-jambiers et la survenue du SDFP. S'ils sont trop tendus, ces muscles fléchisseurs du genou exercent une force postérieure plus importante sur le genou, provoquant une augmentation de la pression entre la patella et le fémur. [18]

Un triceps sural trop tendu peut entraîner une pronation compensatoire du pied et, comme pour les ischio-jambiers, cela peut augmenter la force postérieure du genou. [23]

En définitive, la physiopathologie de ce syndrome n'est pas encore clairement définie. Tous les éléments évoqués précédemment peuvent participer à l'élévation des contraintes sur la patella et les structures voisines.

1.3.5 Diagnostic

Le diagnostic repose sur l'anamnèse et sur l'examen clinique de l'intégralité du membre inférieur.

1.3.5.1 Interrogatoire

Tout diagnostic ne saurait se passer d'un interrogatoire détaillé et complet du patient. Ainsi, une anamnèse bien menée devrait apporter des réponses révélant l'historique de l'affection et instaurer un climat de confiance avec le patient. L'interrogatoire doit identifier l'environnement du patient, ses habitudes, ses antécédents et ses objectifs. Il permet d'obtenir des informations concernant le processus d'apparition du phénomène douloureux, ses horaires, son évolution, le retentissement psychologique et les possibles conséquences socio-professionnelles qui en découlent. Il va permettre de mettre en évidence les facteurs potentiellement impliqués dans la pathologie.

❖ *Tableau 1: Interrogatoire et analyse cinésiologique tableau issu de Locomotion humaine : marche, course [11]*

Capacités	Habitudes	Environnement	Antécédents	Objectifs
Performances	Volume	Type de surface	Liés à la course à pied	Sur la pathologie
Vitesse moyenne	Intensité	Variation de surface	Médicaux autres	Sur la performance
Distance	Variation des entraînements	Dénivelé	Facteurs de risques	
maximale	Années de courses	Chaussage	Traitements	
		Orthèse plantaire	médicamenteux	

Les symptômes fréquemment décrits sont une douleur à la partie antérieure du genou et en retro ou péri patellaire. Le mode d'apparition est généralement insidieux avec, au début une simple sensation de gêne. Il survient lors de la marche rapide, de la montée/ descente d'escalier, de la course à pied et de toute activité physique impliquant une flexion/extension importante du genou.

1.3.5.2 Bilan statique et morphologique :

Le patient doit être observé dans son ensemble et dans plusieurs positions (debout, allongé, assis) pour identifier des caractéristiques morphostatiques particulières. On va mettre en évidence les hypo/hyperlaxités, l'architecture plantaire, l'orientation de l'arrière-pied, les valgus/varus/recurvatum de genou, la rotation tibiale, la bascule pelvienne, la dissociation statique des ceintures... Il faut mettre

en évidence la présence d'une asymétrie ou d'une amyotrophie des quadriceps (vaste médial notamment) avec une mesure précise des périmètres. L'examen ne se limite pas au membre inférieur algique mais englobe bien les deux membres inférieurs.

Il existe 3 manières complémentaires de localiser une tendinopathie patellaire :

- **Inspection visuelle du genou**
- **Palpation du genou**, notamment au niveau du tendon quadricipital. On appuie au niveau de la pointe de la patella et également sur son insertion proximale. On peut y détecter une épaisseur comme un nodule d'insertion. La palpation peut être douloureuse en cas de tendinopathie.
- **Contracter/étirer le quadriceps**. Une douleur à la contraction et/ou l'étirement rend positif le test à une possible tendinopathie patellaire.

1.3.5.3 Bilan dynamique et situation de course

Les bilans articulaires et musculaires détaillés sont effectués en bilatéral. Le bilan dynamique intègre la réalisation d'un squat unipodal dans le but de mettre en évidence une faiblesse des abducteurs et des rotateurs latéraux de hanche. Les personnes présentant une tendinopathie rotulienne décrivent une douleur exacerbée par ces mouvements. On peut retrouver des craquements lors des mouvements de flexion/extension.

Une analyse de la marche peut être envisagée pour identifier une éventuelle pronation excessive, une boiterie ou tout autre déficit musculaire ou articulaire.

L'observation du tracking rotulien se fait en position assise en demandant des mouvements de flexion/extension. En cas de déséquilibre entre les forces médiale et latérale, on remarquera une latéralisation de la patella en fin d'extension « nommé signe du J ».

Un examen de la hanche à la recherche d'une antéversion trop importante et d'une rotation interne excessive doit être mené. Il se fait sur un tapis de course avec la possibilité d'effectuer une vidéo pour découper les différentes phases et analyser au mieux le positionnement des différentes structures au ralenti. Après avoir fait un échauffement, le patient doit courir le plus naturellement possible avec les chaussures de course qu'il porte habituellement. Des schémas de mouvements défectueux doivent être recherchés.

L'observation morphodynamique du coureur doit aussi relever d'autres facteurs tels que l'oscillation verticale, la longueur et la fréquence de pas. L'oscillation verticale peut être analysée de manière subjective avec une simple observation du plan sagittal ou être objectivée par une mesure par rapport à une graduation en arrière-plan. La longueur du pas peut être mesurée grâce à l'aide d'une graduation du tapis de course ou, pour plus de précision, par une analyse minutieuse d'une vidéo. La fréquence de pas se mesure en comptant chaque contact au sol sur une durée d'une minute.

Le tableau suivant récapitule les points importants de cette analyse morphodynamique tridimensionnelle. [24]

SAGITTAL	FRONTAL	TRANSVERSAL
Longueur de pas	Largeur de pas	Rotation du tronc
Type d'attaque du pied	Attaque du pied (supination/pronation)	Dissociation des ceintures
Oscillation verticale	Orientation dynamique du genou	Rotation des membres supérieurs
Fréquence de pas	Rotation de hanche	
Posture globale	Bascule du tronc	
	Bassin	

1.3.5.4 Imagerie

Généralement, le traitement peut être initié après le diagnostic clinique sans recours à l'imagerie. Si toutefois les plaintes subsistent après le traitement conservateur mis en place, la radiographie standard est le premier examen prescrit. On recherchera dans ce bilan radiographique la présence d'ostéochondrite disséquante, d'anomalie du cartilage de conjugaison ou de tumeur osseuse chez un adolescent en croissance. Chez un adulte de plus de 50 ans, on recherchera en priorité de l'arthrose fémoro-patellaire. Ce bilan radiographique doit inclure des images de face et de profil du genou en charge ainsi qu'en flexion de 30°. Si aucune amélioration n'est ressentie au bout de trois mois, c'est une IRM qui sera prescrite pour compléter le diagnostic. [24]

1.3.6 Traitement

Le traitement mis en place est généralement conservateur avec l'application d'une rééducation patient-dépendante, personnalisée et adaptée aux altérations trouvées lors du bilan diagnostic. Un repos partiel ou complet peut être préconisé pour les athlètes. Le praticien proposera des activités physiques aux contraintes fémoro-patellaires réduites, comme la natation ainsi qu'un panel d'exercices personnalisés à effectuer quotidiennement.

Dans un premier temps, on va chercher à réduire le stress fémoro-patellaire afin de soulager la douleur. Le masso-kinésithérapeute devra mettre en place une rééducation visant à améliorer le tracking patellaire. Celle-ci pourra inclure, si besoin, des exercices ciblant un renforcement du quadriceps et particulièrement du vaste médial. Comme précisé plus haut, la rééducation d'un SDFP ne saurait se passer d'un travail de la hanche avec un renforcement des abducteurs et des rotateurs.[25]. Néanmoins, il semblerait que le renforcement seul échoue sur le suivi à long terme. Une étude rétrospective qui a suivi 250 athlètes sur 5-7 ans rapporte que dans 74% des cas l'activité sportive reste affectée car les symptômes persistent. [26] Parallèlement au renforcement, une reprogrammation du schéma moteur par une rééducation à la course plus ciblée peut être nécessaire.

Un travail de gainage, de la thérapie antalgique et des mobilisations patellaires peuvent, en fonction du patient, être pertinents. Des exercices de stretching des chaînes antérieures et postérieures des membres inférieurs peuvent être également prescrit en cas d'hypoextensibilité de ces dernières. Des exercices de proprioceptions semblent également adaptés pour la prise en charge de cette pathologie. [27]

Des Anti Inflammatoires Non Stéroïdiens (AINS) sont habituellement prescrits mais les preuves de leur efficacité pour la réduction de la douleur à court terme sont limitées. Les preuves sont également limitées pour les injections d'acide hyaluronique ou d'agents orthobiologiques (plasma riche en plaquettes ou techniques de médecine régénérative). [28]

On retrouve plusieurs types d'orthèses dans le commerce qui ont pour principal objectif de réaxer la patella. La pose de kinésiotape peut être envisagée pour améliorer le tracking patellaire mais uniquement en complément à la rééducation conservatrice. [29] Des orthèses plantaires sont quelquefois proposées si l'examen clinique isole une problématique issue du morphotype plantaire du patient.

Dans certains cas, cette rééducation classique du SDFP ne résout pas tout. L'échec de l'approche thérapeutique standard pourrait être expliqué par l'absence de traitement de la cause sous-jacente du problème. Il semble que la rééducation à la course pourrait donc être une intervention efficace dans la prise en charge du SDFP. Ce processus, dans lequel le programme moteur est modifié, pourrait permettre de réduire la douleur. Comme ce nouveau schéma de course impose des exigences myotendineuses différentes au corps, il est nécessaire qu'un renforcement adéquat soit mis en place en complément. Le patient doit également avoir la possibilité d'adopter ce nouveau schéma moteur (en termes d'amplitude de mouvement, de force et d'endurance). Cet axe de traitement inclut une phase de rééducation à proprement parler (4 à 6 semaines) suivie de 2 à 3 mois d'accoutumance et d'augmentation kilométrique progressive. Ce traitement nécessite un engagement de temps important ce qui n'est pas forcément compatible avec les agendas de tous les patients. Sa mise en place est plus adaptée à des coureurs récréatifs qu'à des sportifs de plus haut niveau. Les degrés d'amélioration ainsi que sa persistance dans le temps restent encore à démontrer.

En cas d'anomalie structurelle importante et en dernière intention, une chirurgie peut être recommandée.

Nous allons dorénavant approfondir la rééducation à la course comme axe de traitement pouvant être proposé aux coureurs récréatifs souffrant de SDFP.

1.4 Rééducation à la course

La rééducation à la course (*gait retraining*) est « *la mise en œuvre de tout signal ou stratégie visant à modifier la technique de course d'un individu* » [38] C'est le processus par lequel un programme moteur est changé dans l'objectif de diminuer la douleur ou le risque de blessure. Cette rééducation se base sur la capacité du patient à être malléable en termes d'amplitude de mouvement et de force. L'endurance est un facteur clé pour que les changements persistent dans le temps.

Un bon programme de rééducation à la course ne saurait se passer de la présence d'un feedback. La rétroaction utilisée peut être visuelle, avec l'utilisation d'un miroir, auditive ou haptique (qui concerne le sens du toucher). Elle doit être progressivement supprimée pour que petit à petit le patient rééduqué s'appuie sur sa proprioception et sa kinesthésie pour reproduire le schéma de mouvement appris. Ainsi, l'apprentissage d'un nouveau programme moteur serait amélioré par un feedback lors de deux phases : une phase d'acquisition et une phase de transfert. La première doit permettre d'identifier le mécanisme fonctionnel anormal et sa modification. La deuxième doit entraîner une intégration proprioceptive et sensorielle des changements demandés. [39]

Nous allons évoquer quelques types de rééducation à la course pouvant être proposés.

1.4.1 Réduction de l'adduction et de la rotation interne de la hanche

Différents types de rééducations à la course peuvent être proposés. Pour le SDFP, par exemple, il peut être intéressant de se focaliser sur la réduction de l'adduction et de la rotation interne de la hanche. Une étude a tenté de déterminer si la rééducation à la course avec une rétroaction en temps réel améliorerait la mécanique de la hanche et réduisait la douleur. Les critères utilisés comprenaient le pic d'adduction de hanche, la rotation interne de la hanche, la chute pelvienne controlatérale et la douleur (EVA). Les patients ont suivi 8 séances de réentraînement à la course à hauteur de 4 entraînement/semaine pendant 2 semaines. Les feed-back (instructions) ont été progressivement retirés au cours des 4 dernières séances. Chez ces patients, la rééducation à la course a entraîné une diminution significative de la douleur et des améliorations de la fonction qui ont persisté lors du suivi d'un mois. [40]

1.4.2 Transition attaque arrière-pied vers une attaque avant-pied

Il a été démontré par une étude qu'il existe une différence de charge fémoro-patellaire entre l'attaque arrière-pied et l'attaque avant-pied. L'attaque avant-pied présenterait une contrainte fémoro-patellaire réduite, ce qui pourrait diminuer le risque de blessures en lien avec la course.

Les deux types d'attaque du pied ont des cinématiques très différentes au niveau de la cheville notamment. Un schéma arrière-pied sous-entend une flexion dorsale au contact avec le sol tandis qu'un coureur avant-pied est associé à une flexion plantaire. Cependant, l'augmentation des contraintes sur la cheville et le tendon d'Achille induite par une flexion plantaire accrue pourrait maximiser le risque de blessure de surmenage. En effet, ce schéma de course transfère une partie du recrutement des extenseurs du genou vers les fléchisseurs plantaires. [41]

Cette transition pourrait également réduire le taux de charge vertical (*vertical loading rate*), qui peut être un facteur de risque des blessures liées à la course à pied. Une étude a démontré que le taux de charge vertical a été réduit de 35 à 65% après un changement d'attaque du pied. Le taux de charge des coureurs avant-pieds serait d'environ 35 à 45% inférieurs à celui d'un coureur arrière-pied. [42]

Une revue de littérature a démontré que le taux de charge est plus élevé chez les personnes ayant des antécédents de fracture de stress. Une diminution de ce taux de charge pourrait donc limiter la survenue de certaines blessures de surmenage. Cette intervention est donc primordiale aussi bien en matière de prévention primaire que secondaire pour éviter le risque de récurrences. Pour d'autres pathologies comme le SDFP et autres tendinopathies, il est plus difficile de tirer des conclusions claires et tranchées quant à l'implication du taux de charge. [35]

1.4.3 Augmentation de l'inclinaison du tronc vers l'avant

La posture du tronc dans le plan sagittal influence la cinétique et diminue les contraintes de l'articulation fémoro-patellaire. Il a été démontré que c'est une stratégie efficace pour réduire le stress de l'articulation fémoro-patellaire pendant la course [43]

1.4.4 Augmentation de la cadence

Elle consiste en une augmentation de la cadence généralement de 5 à 10%. Cela se fait en diminuant la longueur de la foulée à même vitesse. Une étude a démontré que l'augmentation de la cadence de 7,5% permettait de diminuer le taux de charge vertical de 19%. Les forces d'impact et le pic d'adduction de la hanche se trouvaient aussi diminués [35].

1.5 Problématique

1.5.1 Importance et objectif de la revue /intérêts et perspective

Nous avons évoqué la démocratisation de la course à pied dans nos sociétés occidentales. Cette augmentation s'accompagne d'une pléthore de pathologies que les masso-kinésithérapeutes sont amenés à rééduquer. En effet la course à pied est associée à un risque plus élevé de blessures dues au surmenage que d'autres formes d'exercices aérobiques tels que la natation et le cyclisme. La région du genou représente 28% des pathologies du coureur selon une revue de littérature analysant la proportion de blessures aux membres inférieurs sur 18 195 patients. Selon cette même revue de littérature, le syndrome fémoro-patellaire est la pathologie la plus commune chez cette population (27% de l'ensemble de pathologies). [44] La fréquence de cette blessure en fait un sujet important nécessitant une attention particulière et une analyse plus détaillée.

L'objectif de ce travail est de tenter de déterminer si la rééducation à la course avec une transition d'une attaque arrière-pied vers une attaque avant-pied est pertinente pour les coureurs récréatifs.

Comme nous l'avons vu précédemment, cette atteinte est multifactorielle donc il est indispensable de considérer nos patients de manière holistique en prenant en compte l'ensemble des éléments permettant de les soigner. La rééducation à la course semble être une piste intéressante permettant de traiter la cause sous-jacente qu'un traitement plus classique n'arriverait pas à modifier. Ainsi nous allons centrer notre travail autour de la question suivante : quelle est l'influence de la modification de la pose du pied pendant la course à pied dans le traitement des douleurs fémoro-patellaires chez l'adulte coureur ?

2 METHODE

La recherche documentaire préliminaire nous a permis d'avoir une vision plus globale du syndrome fémoro-patellaire et des différents schémas de pose du pied durant la course. Après avoir mis en évidence une problématique phare, il nous incombe désormais d'effectuer la recherche des études en lien avec notre thématique. Ce travail est centré autour d'une **question thérapeutique** à laquelle nous tenterons de répondre à l'aide du modèle PICO.

Dans le but de mener une recherche la plus adaptée possible, nous détaillerons les critères d'éligibilité des études choisies ainsi que la méthodologie de recherche puis l'extraction et l'analyse des données.

2.1 Critères d'éligibilité des études

2.1.1 Types d'études

La HAS donne des recommandations de grade permettant d'apprécier la qualité scientifique des études. Il existe 3 grades résumés avec plus de détails dans le tableau consultable en **Annexe 1**:

- **Grade A** : preuves scientifiques établies
- **Grade B** : présomption scientifique
- **Grade C** : faible niveau de preuve scientifique [45]

Notre problématique relève d'un domaine **thérapeutique** car le but est d'évaluer la pertinence d'un traitement préventif ou curatif. Nous allons par conséquent sélectionner préférentiellement pour cette étude des **essais cliniques randomisés** (ECR). Les ECR sont considérés comme étant les meilleurs moyens d'évaluer les effets bénéfiques ou délétères des traitements. Ce type d'étude a (selon la HAS) le niveau de preuve le plus élevé et fait partie d'un grade de recommandation de catégorie A. Il compare un groupe expérimental, qu'on appelle groupe d'intervention à qui on administre le traitement, à un groupe de contrôle, appelé groupe témoin, recevant un traitement standard ou placebo. Pour prétendre à ce niveau de preuves, deux critères importants doivent préférentiellement être mis en place et respectés :

- **La randomisation** : l'attrition dans un groupe doit se faire de manière totalement aléatoire par tirage au sort. Elle garantit une répartition imprévisible au sein des groupes permettant d'éviter tout biais de sélection.
- La répartition des groupes se fait **en simple aveugle** (à l'insu des participants) ou **en double aveugle** (à l'insu des participants et des cliniciens).

Ainsi, un ECR permet d'établir un lien de causalité tant qu'aucune source de biais secondaire n'est introduite au cours de l'essai.

Faute d'une quantité suffisante d'ECR, nous intégrerons également dans notre travail des études de plus bas niveau de preuve.

2.1.2 Population concernée

Nous avons choisi d'inclure des études comprenant uniquement des sportifs récréatifs pratiquant la course à pied. Ils doivent avoir entre 18 et 50 ans. Pour cette revue, nous avons fait le choix de ne pas opérer de distinction entre les sexes. Les participants doivent présenter une douleur antérieure ou rétropatellaire du genou pendant et/ou après la course et ne présenter aucune autre pathologie associée.

Les études devront définir de manière précise les critères de sélection comprenant les critères d'inclusion et d'exclusion. Les schémas de course devront être clairement spécifiés et décrits.

2.1.3 Intervention

Notre objectif est d'identifier l'influence de la rééducation à la course par la modification de l'attaque du pied chez des patients souffrant de SDFP. Les études choisies devront mettre en place dans le groupe expérimental une rééducation proposant un programme dont la consigne est de passer d'une attaque arrière-pied à une attaque avant-pied.

2.1.4 Comparateur

Le groupe intervention pourra être comparé à un groupe contrôle qui aura, lui, suivi une rééducation n'incluant pas la modification de la pose du pied lors de la course. L'intervention sera comparée soit à une intervention proposant une rééducation différente soit à une absence d'intervention permettant de suivre l'évolution naturelle de la pathologie.

2.1.5 Objectif, critères de jugement

Les critères de jugement doivent être adaptés au mieux à la problématique et orientés de manière cohérente en fonction du but de l'étude. L'objectif de ce travail est de justifier la mise en place ou non d'une modification de la pose du pied avec un apprentissage d'une attaque avant-pied dans le traitement des patients souffrant de SDFP.

- Le critère de jugement principal sera la **douleur**.

La douleur est un ressenti subjectif qui peut changer totalement d'un individu à un autre mais aussi chez une même personne en fonction, par exemple, du contexte socio-culturel et environnemental. L'Association Internationale pour l'Etude de la Douleur (IASP) la définit comme étant « *une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable associée, ou ressemblant, à celle liée à une lésion tissulaire réelle ou potentielle.* » [46]

Elle est évaluée à l'aide de l'**Echelle Visuelle Analogique** (EVA). L'EVA mesure l'intensité de la douleur sur une échelle horizontale allant de **0 à 10**. Le tableau suivant résume les correspondances des niveaux de douleurs d'après la Haute Autorité de Santé (HAS). [47]

Tableau 3: Correspondances des niveaux de douleurs de l'EVA

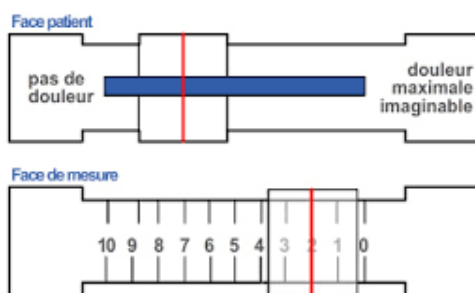


Figure 9: EVA [48]

Score 0-10	Pas de douleur	Douleur faible	Douleur modérée	Douleur intense	Douleur insupportable
EVA (en cm)	0	1-3	4-5	6-7	8-10

- Les critères de jugement secondaires seront **les modifications biomécaniques de la course et la cinématique des membres inférieurs** (cadence, longueur du pas, placement articulaire avec des contraintes et des pressions modifiées, modifications musculosquelettiques, activation musculaire...). Nous sélectionnerons les critères communs pour pouvoir comparer les différentes études.

2.1.6 Critères d'inclusion et d'exclusion

Nous allons préciser des critères d'inclusion et d'exclusion dans le but d'avoir une méthodologie cohérente nous permettant d'obtenir des études pouvant être comparées.

Les **critères d'inclusion** sont :

- Relatifs à l'article
 - Des essais cliniques randomisés de préférence
 - La langue : anglais ou français
 - Des études récentes publiées après 2015
- Relatifs à la population
 - Adultes entre 18 et 50 ans sans distinction de sexe
 - La course à pied fait partie de l'entraînement régulier
 - Avoir une douleur autour ou derrière la patella, avec une intensité d'au moins 3/10 sur l'échelle visuelle analogique (EVA)
- Relatifs à l'intervention
 - Un des groupes doit se voir proposer une rééducation à la marche incluant une attaque avant-pied
 - Comparaison à un groupe témoin ou à une autre intervention

Les **critères d'exclusion** sont :

- Relatifs à l'article
 - Autre type d'études (études de cohorte, prospective, cas/témoins)
 - Les doublons
 - Langues hors anglais et français
 - Etudes publiées avant 2015
- Relatifs à la population
 - Patients mineurs et âgés de plus de 50 ans
 - Non mixte
 - Patients présentant d'autres pathologies (cardiologiques, orthopédiques...-hors SDFP-) ou ayant subi des chirurgies
 - Patients non sportifs ou sportifs de haut niveau
 - Patients qui n'ont pas intégré la course à pied dans leur programme d'entraînement habituel
- Relatifs à l'intervention
 - Intervention détaillée de manière trop peu précise

2.2 Méthodologie de recherche des études

2.2.1 Sources documentaires investiguées

Nous allons réaliser une recherche bibliographique à partir de plusieurs sources documentaires :

- **Pubmed** : c'est le principal moteur de recherche de données bibliographiques en biologie et en médecine.
- **Cochrane Library** : cette plateforme comprend plusieurs bases de données spécialisées en médecine et santé.
- **PEDro** : c'est une base de données de la kinésithérapie fondée sur les preuves. Ici, il n'est pas nécessaire d'utiliser les opérateurs booléens car il y a de nombreux filtres dans la modalité recherche avancée/advanced.
- **Littérature grise** : des livres, avis d'experts et articles parus dans la littérature scientifique ont été utilisés pour la rédaction de l'introduction, ils figurent dans la bibliographie.

2.2.2 Equation de recherche utilisée

L'équation de recherche va nous permettre de réaliser la recherche documentaire. Il s'agit d'une combinaison de termes en anglais ou mots **MeSH** (Medical Subject Headings). Les mots MeSH servent à indexer les documents référencés sur les différentes bases de données. En utilisant ces mots, nous pouvons élargir notre échantillon d'articles pertinents. Ces termes, que nous allons préciser dans le tableau ci-dessous, pourront être associés ou non à des opérateurs booléens. Ces derniers vont nous permettre d'orienter nos recherches en évitant le « **bruit** » (documents hors sujets proposés par le système d'interrogation de la base de recherche) ou le « **silence** » correspondant aux données intéressantes mal indexées qui ne sont pas proposées par le système d'interrogation de la base de données.

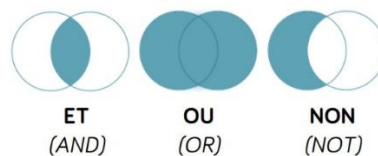


Figure 10: opérateurs booléens

❖ Tableau 4: PICO

Population	Adulte coureur
Intervention	Attaque avant-pied/médio-pied
Comparateur	Attaque talon
Outcome	Syndrome douloureux fémoro-patellaire

❖ *Tableau 5: Mots clés*

	Mots clés en français	Mots clés en anglais
En relation avec la pose du pied	- Avant-pied	- Forefoot
	- Médio-pied	- Midfoot
	- Arrière-pied	- Rearfoot
	- Attaque du pied	- Foot attack
	- Pose du pied	- Foot strike pattern
En relation avec le SDFP	- Syndrome femoro-patellaire	- Patellofemoral syndrome
	- Syndrome douloureux femoro-patellaire	- Patellofemoral pain syndrome
	- Douleur antérieure du genou	- Anterior knee pain
	- Syndrome douloureux de la partie antérieure du genou	- Anterior knee pain syndrome
En relation à la population étudiée	- Courir	- Run
	- Coureur	- Runner
	- Course à pied	- Running
En relation avec l'intervention	- Rééducation à la course	- Gait retraining

En reprenant ces termes en anglais nous pouvons mettre en place l'équation de recherche suivante.

((foot attack) OR (foot strike pattern) OR (forefoot) OR (midfoot) OR (rearfoot)) AND ((patellofemoral pain syndrome) OR (anterior knee pain) OR (anterior knee pain syndrome) OR (patellofemoral syndrome) OR (patellofemoral pain)) AND ((runner) OR (running) OR (run)) AND (gait retraining))

Bien que parfaitement adaptée à la problématique de ce travail, cette équation de recherche très précise pourrait passer sous silence des articles pourtant pertinents. Nous avons donc choisi de la simplifier.

Les équations de recherche finales de cette revue de littérature sont :

- pour **Pubmed**:

((patellofemoral pain syndrome) OR (anterior knee pain) OR (anterior knee pain syndrome) OR (patellofemoral syndrome) OR (patellofemoral pain) AND ((runner) OR (running) OR (run)))

Pour cette base de données médicales, nous cocherons « *Randomized Controlled Trial* » dans « Type d'article ».

- pour **PEDro** et **Cochrane** :

patellofemoral run*

2.3 Méthode d'extraction et d'analyse des données

2.3.1 Sélection des études

Après avoir sélectionné les articles parus après 2015, nous allons réaliser un tri après une lecture des titres et des résumés pour ne sélectionner que les plus pertinents et supprimer les doublons. Dans un second temps, nous lirons attentivement les articles pour savoir s'ils correspondent à nos critères. Nous ne garderons que les plus appropriés qui constitueront la bibliographie finale de notre revue de littérature. Nous réaliserons un diagramme de flux qui résumera l'ensemble de ces étapes dans la partie **Résultats**.

2.3.2 Extraction des données

Dans la partie **Résultats** nous produirons des tableaux présentant les caractéristiques correspondant au PICO pour chaque étude sélectionnée.

Tableau 6: Informations extraites des articles

Population	Intervention	Comparateur	Critères de jugement	Résultats	Score PEDro
Nombre	Durée	Caractéristiques du groupe témoin	Primaire		Note/10
Age	Protocole		Secondaire		
Répartition	Différents groupes				
Critères d'inclusion					
Critères d'exclusion					

2.3.3 Evaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

A l'aide de l'**échelle PEDro** (Physiotherapy Evidence Database) nous évaluerons la qualité méthodologique des études incluses. Cette échelle est composée de 11 critères auxquels on répond par OUI (1 point) ou NON (0 point). Son but est, entre autres, d'identifier les essais cliniques qui ont

une bonne validité interne (critères 2 à 9). Elle permet également de prendre connaissance des études qui comportent des informations statistiques suffisantes nous permettant de bien les interpréter (critères 10 à 11). Le critère 1, quant à lui, est en lien avec la validité externe de l'étude c'est-à-dire sa généralisabilité à une population plus grande que l'échantillon étudié (*ce dernier point n'est pas comptabilisé pour calculer le score total ; le total maximum est donc de 10 points*). Nous soulignons que tous les domaines de la kinésithérapie ne sont pas évaluables avec cette échelle car il n'est parfois pas possible de répondre à tous les items. [49]

Divers biais (différences systématiques entre l'effet mesuré et l'effet réel/distorsion des résultats) sont à prendre en compte :

- **Le biais de sélection** : les sujets observés lors de l'enquête ne constituent pas un groupe représentatif des populations censées être décrites. Il se produit durant l'échantillonnage et il est lié aux critères d'inclusion qui ne sont pas adaptés.
- **Le biais de performance** : réalisation du traitement.
- **Le biais de mesure** : il est relatif à toute imprécision que constitue l'erreur de mesure.
- **Le biais d'attrition** : il est dû à des différences entre les groupes initiaux et les groupes finaux en relation avec des sorties d'essai ou des interruptions de traitement.
- **Le biais d'évaluation** : les thérapeutes doivent être en aveugle pour que la mesure du critère de jugement soit réalisée de la même manière entre les groupes de patients.

2.4 Méthode de synthèse des résultats

Nous ferons une analyse **qualitative** des articles choisis. Nous analyserons principalement les données concernant la douleur, évaluée par l'échelle EVA qui est l'échelle commune aux 3 articles. Nous nous intéresserons aux données disponibles sur la biomécanique de la course quand cela nous semblera pertinent. Nous insisterons sur les biais des études choisies.

Nous pourrons ainsi mettre en évidence par des tableaux **les différences intergroupes** qui témoigneront des disparités entre le groupe témoin et un groupe expérimental.

Les valeurs suivantes seront relevées /calculées :

- **Intervalle de confiance et écart type** : Nous calculerons, grâce au tableur Excel disponible sur Ametice (**Annexe 5**), une estimation de l'intervalle de confiance à 95%. C'est l'intervalle de valeurs qui a 95% de chances de contenir la vraie valeur du paramètre estimé. Si l'intervalle de confiance croise le 0, la valeur du paramètre estimé aura une chance d'être nulle donc non significative. Les bornes nous permettront de savoir entre quelles valeurs l'effet constaté varie.
- **La P value** : Dans la comparaison entre deux moyennes issues d'une expérience, il y aura toujours une différence. Le hasard peut être seul responsable de cette différence à cause des fluctuations d'échantillonnage. Par l'utilisation de tests statistiques, on peut estimer si la probabilité constatée est la résultante de ce hasard ou non. Ainsi, le seuil de tolérance est fixé à 5%, c'est-à-dire qu'on estime que la différence est expliquée par le traitement si $p < 0,05$. On accepte qu'il y ait 5% de chances que la différence soit expliquée uniquement pas le hasard. Plus la p value est proche de 0, plus la différence est dite **significative**.

- **D de Cohen** : plus il est grand, plus la taille d'effet est grande. Cet outil n'utilise pas l'unité de la variable étudiée.

Nous utiliserons préférentiellement les intervalles de confiance à 95% dans cette revue.

Nous soulignons le fait que l'extraction des données ainsi que la synthèse des résultats ont été exécutés par un seul examinateur.

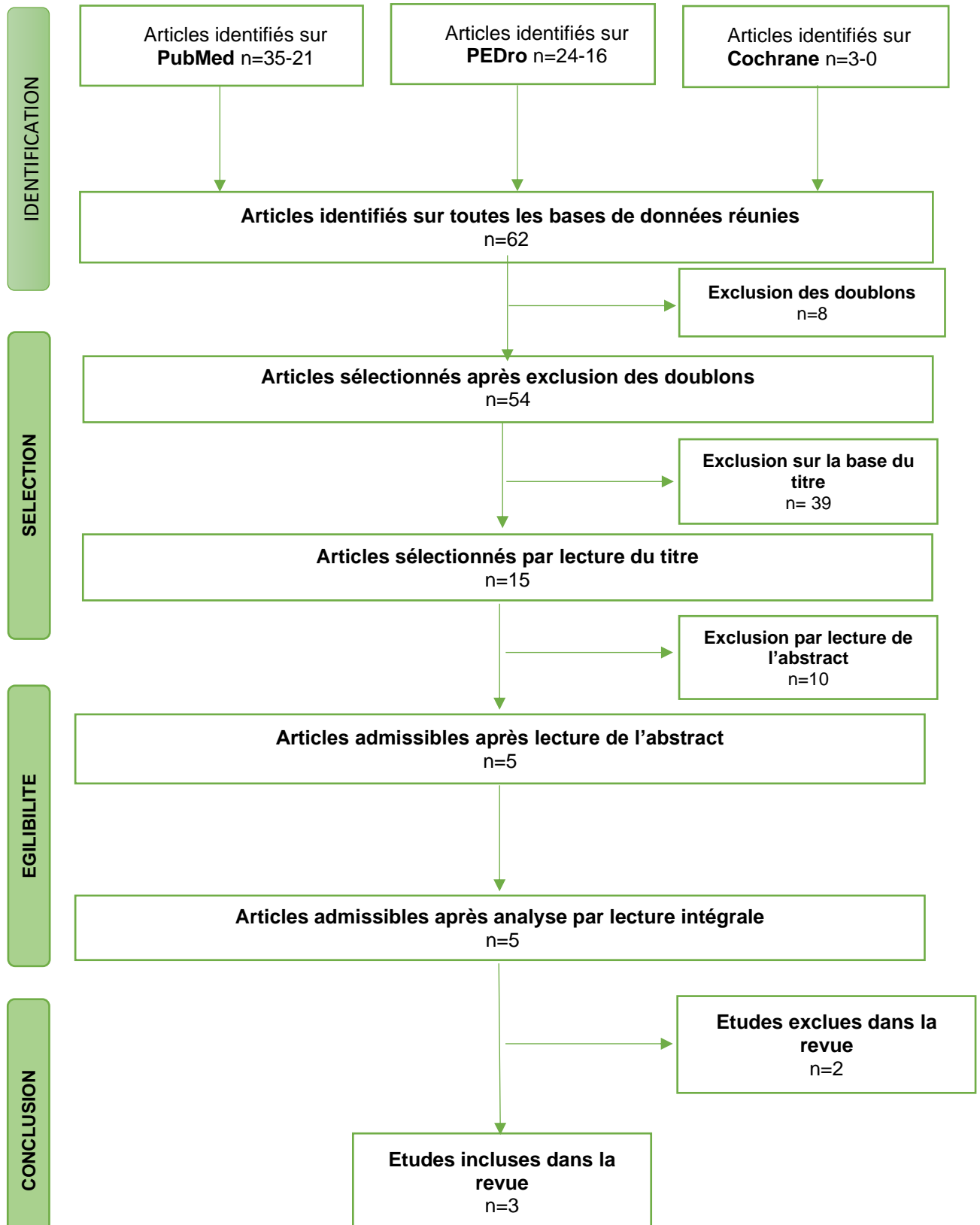
Dans la partie **Discussion**, nous établirons la qualité de cette revue de littérature grâce à l'échelle AMSTAR-2 disponible en **Annexe 8**.

Les auteurs de cette revue de littérature signalent n'avoir reçu aucun financement pour la réalisation de cette revue de littérature et n'ont aucun conflit d'intérêt à divulguer.

3 RESULTATS

3.1 Description des études

3.1.1 Diagramme de flux



3.1.2 Etudes exclues

Nous avons, dans ce processus de sélection, décidé d'exclure certaines études en se basant sur les critères suivants :

- **Le schéma d'étude n'est pas approprié** : cette revue de littérature s'intéressant à une question de type thérapeutique, certains schémas d'études proposés n'étaient pas les plus pertinents (voir *Grade de recommandation de la HAS en Annexe 1*).
- **Les critères de jugements** : Nous nous intéressons surtout à l'influence de la rééducation à la course sur la douleur. Toute étude ne la quantifiant pas avec l'EVA a été exclue. Nous avons été moins intransigeants avec les critères de jugement secondaires.
- **Intervention inadéquate**
- **Des données incomplètes**

Tableau 7: Etudes exclues après lecture intégrale

Etude	Motif de l'exclusion
Baofeng Wang et al. 2020 [50]	Critères de jugement : les critères choisis ne comprennent pas la douleur qui est notre critère principal.
Roper et al. 2017 [51]	Critères de jugement : Cette étude a été faite par les mêmes auteurs qu'une autre étude sélectionnée et décrite plus bas. En plus de tous les éléments pertinents et décrits, elle examine les effets de la rééducation à la marche sur l'économie de course, la fréquence cardiaque et le taux d'échange respiratoire.

3.1.3 Etudes incluses

Les études incluses sont les suivantes :

- ❖ **Is combining gait retraining or an exercise program with education better than education alone in treating runners with patellofemoral pain ?** – Esculier et al. 2018 → [ECR](#)
- ❖ **The effects of gait retraining in runners with patellofemoral pain** – Roper et al. 2016 → [ECR](#)
- ❖ **Effects of three gait retraining techniques in runners with patellofemoral pain** – Dos Santos et al. 2019 → [série de cas](#)

Dans le tableau suivant, nous allons reprendre les principales caractéristiques des articles sélectionnés. Des tableaux plus détaillés sont disponibles en **Annexes 2, 3, 4**.

Auteur, date, pays	Population				Intervention	Critères de jugement
	Nb	Age Répartition	Critères d'inclusion	Critères d'exclusion		
Esculier et al. – 2018, Canada	69	Groupe 1 : 30,7±5,3 Groupe 2 : 33,2±6,5 Groupe 3 : 28,4±6,8	<p>Être âgé de 18 à 45 ans</p> <p>Déclarer une distance de course hebdomadaire minimale de 15 km</p> <p>Souffrir du SDFP depuis au moins 3 mois</p> <p>Ressentir une douleur minimum de 3/10 sur une échelle visuelle analogique (EVA) pendant la course et pendant trois tâches parmi : monter/descendre des escaliers, s'agenouiller, s'accroupir et résister à l'extension du genou</p> <p>Obtenir un maximum de 85/100 sur l'échelle des activités de la vie quotidienne (KOS-ADLS)</p>	<p>Apparition de symptômes à la suite d'un traumatisme aigu</p> <p>Symptômes supposés provenir du tendon patellaire ou des ménisques</p> <p>Blessures concomitantes des membres inférieurs</p> <p>Antécédents de luxation patellaire ou de chirurgie du membre inférieur</p> <p>Présence de maladies rhumatoïdes, neurologiques ou dégénératives</p>	<p>Groupe 1 : Formation sur la gestion de la charge et des modifications de l'entraînement en fonction des symptômes</p> <p>Groupe 2 : Formation sur la gestion de la charge et des modifications de l'entraînement en fonction des symptômes + Programme d'exercices au volet éducatif</p> <p>Groupe 3 : Formation sur la gestion de la charge et des modifications de l'entraînement en fonction des symptômes + rééducation à la marche</p>	<p>KOS-ADLS</p> <p>EVA</p> <p>Distance de course hebdomadaire (en km)</p> <p>Biomécanique de course</p>
		Groupe témoin : 21,5 ± 1,78 Groupe expérimental : 24,63 ± 5,58	<p>Niveaux de douleur au genou pendant et/ou après la course d'au moins '3' et pas plus de '7' sur l'EVA.</p> <p>Douleurs dans la région fémoro-patellaire d'un ou des deux membres</p>	<p>Instabilité ligamentaire, tendinite rotulienne, épanchement important du genou</p> <p>Grossesse</p> <p>Antécédents de chirurgie du genou sur le membre affecté</p>	<p>Groupe contrôle : Courir normalement pendant les huit séances sur un tapis roulant en laboratoire sans aucune intervention + Miroir</p> <p>Groupe expérimental : Courir avec une attaque avant-pied avec des instructions verbales</p>	<p>EVA</p> <p>Biomécanique de course</p> <p>Contrainte fémoro-patellaire maximale, force du</p>

		<p>Groupe témoin : 6 femmes 2 hommes</p> <p>Groupe expérimental : 5 femmes 3 hommes</p>	<p>Douleurs au cours d'une des activités suivantes : s'agenouiller, s'accroupir, rester assis de manière prolongée et monter/descendre des escaliers</p> <p>La course à pied doit faire partie de leur programme d'entraînement régulier</p> <p>Accepter de respecter l'abstention de course en dehors des séances prévues en laboratoire pour l'étude</p>	<p>Luxation traumatique de la rotule et/ou tout trouble neurologique susceptible d'influencer la marche</p>	<p>détaillées. Le personnel de recherche a confirmé visuellement que chaque participant employait une foulée avant-pied pendant la course.</p>	<p>tendon d'Achille et force de contact fémoro-patellaire</p> <p>Marqueurs de course</p>
<p>Dos Santos et al. 2019 – Brésil</p>	18	<p>Groupe 1 : 28,50 ± 2,74</p> <p>Groupe 2 : 26,50 ± 5,43</p> <p>Groupe 3 : 26,83 ± 2,71</p> <p>Groupe 1 : 4 femmes 2 hommes</p> <p>Groupe 2 : 2 femmes 4 hommes</p> <p>Groupe 3 : 3 hommes 3 femmes</p>	<p>Être un attaquant naturel de l'arrière-pied</p> <p>Avoir couru un minimum de 15 km par semaine au cours des 3 derniers mois</p> <p>Avoir signalé des symptômes de SDFP pendant et/ou après leur entraînement à la course au cours des 3 derniers mois, sans lien avec aucun événement traumatique</p> <p>Avoir entre 18 et 35 ans</p> <p>Déclarer des douleurs antérieures ou rétropatellaires du genou lors d'au moins 2 des activités fonctionnelles suivantes en plus de la course :</p>	<p>Chirurgie des membres inférieurs</p> <p>Condition neurologique, cardiovasculaire ou orthopédique à l'exception du SDFP</p>	<p>Groupe 1 : attaque avant-pied</p> <p>Groupe 2 : augmentation de la fréquence des pas de 10%</p> <p>Groupe 3 : inclinaison du tronc vers l'avant</p>	<p>Cinématique des membres inférieurs</p> <p>Activation musculaire</p> <p>Douleur : AKPS LEFS EVA</p>

Tableau

8:

			<p>s'accroupir, contraction isométrique du quadriceps, monter/descendre des escaliers, s'agenouiller, sauter, rester assis de manière prolongée</p> <p>Présenter la pire douleur au genou ressentie au cours de la semaine précédente de "3" sur l'EVA.</p>			
--	--	--	---	--	--	--

Récapitulatif des études incluses

3.2 Risque de biais des études de la revue

3.2.1 Grille étalonnée utilisée

3.2.1.1 Echelle PEDro – ECR

Nous avons choisi d'utiliser l'**échelle PEDro** pour évaluer la qualité méthodologique des **ECR** inclus. Nous soulignons que tous les domaines de la kinésithérapie ne sont pas évaluables avec cette échelle car il n'est parfois pas possible de répondre à tous les items.

Cette échelle composée de 11 critères, a pour buts :

- D'identifier les essais cliniques qui ont une bonne validité interne (critères 2 à 9)
- De prendre connaissance des études qui comportent des informations statistiques suffisantes nous permettant de bien les interpréter (critères 10 à 11)
- D'identifier les essais cliniques qui ont une bonne validité externe critère (à quel point les résultats sont généralisables à une population plus grande que celle de l'échantillon étudié (*ce dernier point n'est pas comptabilisé pour calculer le score total*)).[49]

Les notes correspondent aux niveaux méthodologiques suivants :

- 0-3 : **faible**
- 4-5 : **modéré**
- 6-8 : **bon**
- 9-10 : **excellent**

Tableau 9: Score PEDro des études ECR inclus

Auteurs	Critères de PEDro											Total/ 10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Esculier et al. 2018	★	★	★	★			★	★	★	★	★	8/10
Roper et al. 2016		★		★				★		★	★	5/10

La moyenne de score PEDro est de **6,5/10** = bonne qualité méthodologique

Dans les études de *Roper et al.* et *Esculier et al.*, les sujets et les thérapeutes n'étaient pas en aveugle. Pour l'étude de *Roper et al.*, les auteurs n'ont pas spécifié de manière précise si la répartition a respecté une assignation secrète, par conséquent nous ne pouvons valider l'item 3. Dans cette même étude, les examinateurs n'étaient pas en aveugle et les données des perdus de vue n'ont pas été analysées en intention de traiter.

3.2.1.2 JBI cases series – série de cas

Pour l'étude de *Dos Santos et al.*, qui est une série de cas, nous allons utiliser la **JBI (Joanna Briggs Institute) cases series** [52]. Cette échelle permet d'évaluer la qualité méthodologique d'une étude et de déterminer dans quelle mesure l'étude a abordé la possibilité de biais dans sa conception, sa conduite et son analyse. L'étude obtient une note de 7/10, elle est donc de bonne qualité méthodologique d'après l'échelle utilisée.

Tableau 10: JBI cases series

Dos Santos et al. 2019 - JBI cases series	YES	NO/UN/NA
1. Were there clear criteria for inclusion in the case series ?	★	
2. Was the condition measured in a standard, reliable way for all participants included in the case series ?	★	
3. Were valid methods used for identification of the condition ?	★	
4. Did the case series have consecutive inclusion of participants ?	★	
5. Did the case series have complete inclusion of participants ?	★	
6. Was there clear reporting of the demographics of the participants in the study ?	★	
7. Was there clear reporting of clinical information of the participants ?		★
8. Were the outcomes or follow up results of cases clearly reported ?		★
9. Was there clear reporting of the presenting site(s)/clinic(s) demographic information ?	★	
10. Was statistical analysis appropriate ?		★

Item 7-8-10 : Pour notre critère de jugement principal, les résultats sont rapportés sous forme de moyennes et d'intervalles de confiance à 95% sans écarts-types. Cela nous empêchera de mener à bien nos analyses statistiques.

3.2.2 Synthèse des biais retrouvés dans les études incluses

3.2.2.1 Biais des ECR

On définit un biais comme une « *erreur systématique qui est non aléatoire et qui induit une déviation orientée (dans un sens ou dans un autre) de la « vérité » des résultats et/ou des déductions* ». [49]

Voici les biais retrouvés (et les items correspondant de l'échelle PEDro) :

- **Biais de volontariat :** les participants ont été recrutés à l'aide d'annonces dans la communauté des coureurs de Québec dans l'étude d'*Esculier et al.* Ce biais souligne le fait que les caractéristiques des personnes volontaires qui se présentent spontanément pour une étude peuvent être différentes de celles des personnes qui décident de ne pas participer.

- **Biais de sélection** (item 2 à 4) : Il s'agit d'une problématique dans la méthode adoptée pour choisir les participants à l'étude.
 - Item 2 : répartition aléatoire
 - Item 3 : assignation secrète → Pour l'étude de *Roper et al.*, les auteurs n'ont pas spécifié de manière précise si la répartition a respecté une assignation secrète, par conséquent nous ne pouvons valider cet item.
 - Item 4 : groupes ressemblants au début de l'étude
- **Biais d'évaluation** (item 5 à 7) : Ce biais est présent lorsque la mesure du critère de jugement n'est pas réalisée de manière identique dans tous les groupes.
 - Item 5 : sujets en aveugle (simple)
 - Item 6 : thérapeutes en aveugle (double)
 - Item 7 : examinateurs en aveugle (triple)

Il est difficile dans ce genre d'étude de mettre en place un simple aveugle. En effet, les patients, selon le groupe où ils se trouvent, savent s'ils changent quelque chose à leur manière de courir ou non. Les patients sont les acteurs principaux de l'intervention. Pour le double aveugle, les thérapeutes, réalisant eux-mêmes le protocole, ne peuvent être en aveugle. L'étude de *Roper et al.* ne spécifie pas si les examinateurs sont en aveugle, nous en concluons qu'ils ne le sont pas.

- **Biais de suivi** (item 8) : il traduit une différence de suivi des patients selon le groupe auquel ils appartiennent.
 - Item 8: mesures obtenues pour plus de 85% des sujets
- **Biais d'attrition** (item 9) : il est dû aux différences des groupes entre le début et la fin de l'étude. Cet item est respecté par nos deux études.
 - Item 9 : analyse et intention de traiter → non présent dans l'étude de *Roper et al.*
- **Biais d'interprétation** (item 10 et 11) : Ces items sont respectés par nos deux études.
 - Item 10 : résultats de comparaisons statistiques intergroupes pour un critère de jugement principal
 - Item 11 : estimation des effets de leur variabilité

La moyenne totale de nos articles au score PEDro est à pondérer avec le fait qu'il est compliqué de mettre en place un simple et un double aveugle pour les études de ce genre. Ils sont cependant de bonne qualité méthodologique.

Nous pouvons rajouter un **biais de mesure** de l'étude de *Roper et al.* où c'est le personnel de recherche qui confirme visuellement le type d'attaque de pied ce qui est moins précis qu'un contrôle avec des capteurs dans les semelles.

3.2.2.2 Biais de la série de cas

Dans l'étude de *Dos Santos et al.* les points suivants ont été respectés :

Les sujets ont été répartis aléatoirement dans les groupes, ce qui assure que le traitement et les interventions contrôles sont comparables. La répartition a respecté une assignation secrète (enveloppes scellées et opaques). Les scores des échelles d'intensité de la douleur et des limitations fonctionnelles (Anterior Knee Pain Scale et Lower Extremity Functional Scale) sont plutôt similaires en début d'étude. Tous les participants randomisés ont terminé les essais donc les mesures ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes.

Concernant les biais nous pouvons dans un premier temps parler d'un **biais de volontariat**. Les participants de cette étude ont été recrutés grâce à des dépliants distribués dans une université, des centres de loisirs, des parcs, des événements de course à pied et des réseaux sociaux. La sélection s'est donc faite sur la base du volontariat donc par un autre moyen que le hasard.

De plus, patients, thérapeutes et examinateurs n'étaient pas en aveugle donc on peut parler d'un **biais d'évaluation**.

Les auteurs de l'étude de *Dos Santos et al.* fournissent les résultats des scores EVA sous forme de moyenne et écart-type ce qui nous posera problème lors de l'analyse statistique que nous réaliserons dans la partie **Résultats**, on peut donc parler de **biais d'interprétation** pour notre critère de jugement principal qui est la douleur. *Rappelons que l'EVA n'est pas l'échelle principale pour cet article, les autres échelles utilisées (AKPS et LEFS) sont décrites avec plus de données (moyennes et écart-types).*

3.3 Effets de l'intervention sur les critères de jugement de notre revue

3.3.1 Critère de jugement principal : la douleur

Il nous a semblé pertinent de choisir pour cette revue de littérature la douleur évaluée à l'aide de l'EVA comme critère de jugement principal. Utilisée dans tous les articles choisis, cette échelle nous permettra d'analyser et comparer au mieux les résultats mis à notre disposition. Les tableaux suivants permettront de visualiser les **différences intergroupes** entre le groupe témoin et le groupe expérimental (quand ces dernières sont présentes ou si elles peuvent être calculées).

Comme évoqué dans la partie **Méthode**, nous nous appuyerons sur diverses valeurs pour évaluer la signification statistique des résultats. Les résultats des estimations de **l'intervalle de confiance à 95%** ne devront pas contenir la valeur 0 pour être statistiquement significatifs. La largeur des bornes permettra d'apprécier la taille de l'effet. **La P value** permettra d'estimer si la différence retrouvée entre les deux moyennes est due aux fluctuations d'échantillonnage ou si elle est vraiment la conséquence du traitement proposé. Un seuil de tolérance est fixé à 0,05, soit 5% de chances que la différence soit due uniquement au hasard. Plus cette valeur tend vers 0, plus la différence est statistiquement significative. Plus le **d de Cohen** sera grand, plus la taille d'effet sera grande.

Nous nous intéresserons particulièrement aux intervalles de confiance calculés en post intervention, soit à la semaine 8 pour l'étude d'Esculier et al. et les semaines 2 pour Roper et al. et Dos Santos et al..

➤ **Esculier et al.**

Tableau 11: Résultats douleur Esculier et al.

Esculier et al. - 2018	Évolution du groupe témoin (Formation) (moyenne / écart-type) N=23			Évolution du groupe expérimental (Formation + Rééducation à la course) (moyenne / écart-type) N=23			Estimation taille d'effet et IC à 95 %	
	S0	S8	S20	S0	S8	S20	S8	S20
VAS- U*	2.8±1.5	1.1±1.5	1.1±1.0	3.1±1.9	1.6±1.7	1.5±1.8	0,5 IC [-0,45 ; 1,45]	0,4 IC [-0,47 ; 1,27]
VAS-W**	5.8±1.8	2,4±1,9	2.3±1.8	6.0±2.0	3.0±2.7	3.2±3.0	0,6 IC [-1,17 ; 2,37]	0,9 IC [-0,57 ; 2,37]
VAS-R***	5.3±1.9	2,4±2,3	2.4±2.1	6.1±2.2	2.4±2.1	2.5±2.6	0 IC [-1,31 ; 1,31]	0,1 IC [-1,30 ; 1,50]

* échelle visuelle analogique des douleurs habituelles

** échelle visuelle analogique pour les pires douleurs

*** échelle visuelle analogique de la douleur pendant la course

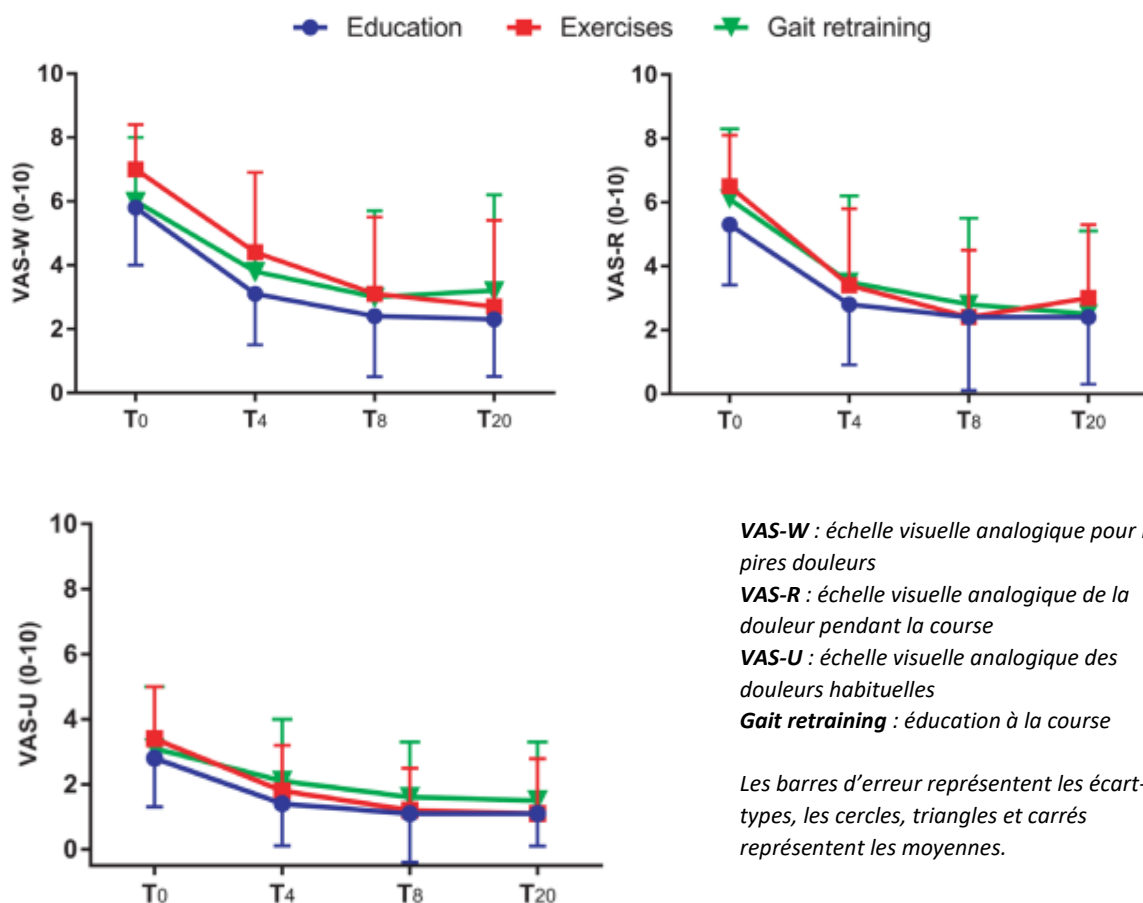
Les scores EVA a été récoltés à S0, S4, S8 et S20 (*nous avons rapporté les résultats à S0, S8 et S20*). Le groupe contrôle est le groupe proposant **Formation**, le groupe expérimental est le groupe proposant **Formation + Rééducation à la marche**. Les auteurs d'*Esculier et al.* ont choisi de prendre 3 types de douleurs : les douleurs habituelles, les pires douleurs et les douleurs pendant la course. Les résultats sont représentés sous forme de moyenne ± écart-type. Les intervalles de confiance à 95% ont été calculés à l'aide du fichier Excel disponible en **Annexe 5** pour S8 et S20.

La première remarque que vous pouvons faire sur les intervalles de confiance calculés est qu'ils sont **statistiquement non significatifs** car ils comprennent tous la valeur zéro. On ne peut donc pas écarter l'hypothèse que le hasard soit seul responsable de l'effet observé. Par ailleurs, l'effet du traitement reste peu précis car on peut observer une distribution plutôt large des valeurs dans chaque intervalle de confiance.

La différence intergroupe est de 0,5 sur l'EVA des douleurs habituelles en faveur du groupe **Formation** à S8 pour cette étude. Les différences intergroupes pour les EVA des pires douleurs sont également en faveur du groupe **Formation** respectivement 0,6 (à S8) et 0,9 (à S20). Pour les douleurs pendant la course, la taille d'effet est nulle à S8 et légèrement en faveur du groupe **Formation** à S20 (0,1). Nous pouvons remarquer que toutes ces tailles d'effet sont proches de 0 donc proches de l'effet nul.

Il semblerait que pour la population incluse dans l'étude d'**Esculier et al.**, la formation seule soit plus efficace que quand elle est accompagnée de la formation à la course. Cependant ces résultats sont statistiquement non significatifs donc ils ne peuvent pas être extrapolés à une population plus large et proche de la réalité.

Les images suivantes donnent une représentation plus visuelle des données du tableau.



VAS-W : échelle visuelle analogique pour les pires douleurs
VAS-R : échelle visuelle analogique de la douleur pendant la course
VAS-U : échelle visuelle analogique des douleurs habituelles
Gait retraining : éducation à la course

Les barres d'erreur représentent les écart-types, les cercles, triangles et carrés représentent les moyennes.

Figure 11: Score moyens aux EVA issus d'Esculier et al.

➤ **Roper et al.**

P<0,031 pour cette étude.

L'étude ne nous fournit pas les résultats sous forme de moyenne ± écart-type. Ils sont notés sous forme de moyenne et intervalle à 95%. Nous allons donc utiliser le tableur Excel du **Cochrane Handbook** mis à notre disposition (disponible en **Annexe 6**).

Tableau 12: Résultats douleur Roper et al.

EVA*	J0 (pré-test)	J+14 (post-test)	J+45 **
groupe témoin (moyenne / intervalle à 95%) N=8	4,4 (3.3 à 5.5)	2,7 (1.5 à 3.9)	3,7 (2.6 à 4.7)
groupe expérimental (moyenne / intervalle à 95%) N=8	5,3 (4.2 à 6.4)	1,0 (0 à 2.2)	1,0 (0 à 2.1)
Moyenne ± estimation écart-type groupe témoin		2,7 ± 1,4	3,7 ± 1,3
Moyenne ± estimation écart-type groupe expérimental		1,0 ± 1,3	1,0 ± 1,3
Estimation taille d'effet et IC à 95 %		1,7 IC [0,25 ; 3,15]	2,7 [1,31 ; 4,09]

* « douleur au genou pendant et/ou après la course »

** « un mois après le post-test »

Dans cette étude, les scores de l'EVA sont demandés à trois reprises : en pré-test (=pré-rééducation), en post-test à J+14 et un mois après le post-test (J+45). Nous avons calculé, à l'aide des tableurs en **Annexe 6**, une estimation des tailles d'effet et des IC à 95%. Il y a un groupe témoin et un groupe expérimental.

Nous pouvons constater que les intervalles de confiance à 95% à J+14 et J+45 ne comprennent pas la valeur 0 donc la diminution de la douleur par le traitement proposé est statistiquement significative. Cependant, l'intervalle de confiance à j+14 a pour valeur minimum 0,25 ce qui est proche de l'effet nul. L'estimation de la taille d'effet est surtout importante à J+45 (diminution de 2,7 en faveur du groupe expérimental pour la population de l'échantillon).

Nous remarquons que l'étendue de ces mêmes intervalles est relativement grande et peu précise, ce qui rend l'analyse clinique plus nuancée. A J+45, par exemple, si la taille de l'effet est de 2,7 en faveur du groupe expérimental, l'intervalle de confiance s'étend de 1,31 à 4,09, donc la diminution de la douleur pourrait aussi bien être de 1,31 comme de 4,09 si cette expérience était reportée à une population plus grande (à 95% de chances).

Nous soulignons que les calculs que nous avons effectués hors de l'étude à l'aide de tableurs sont certainement à l'origine d'imprécisions dans les IC à 95% analysés.

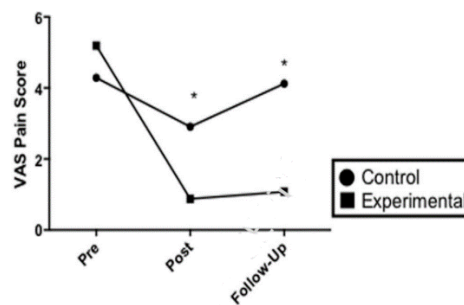


Figure 12: Résultats douleur Roper et al.

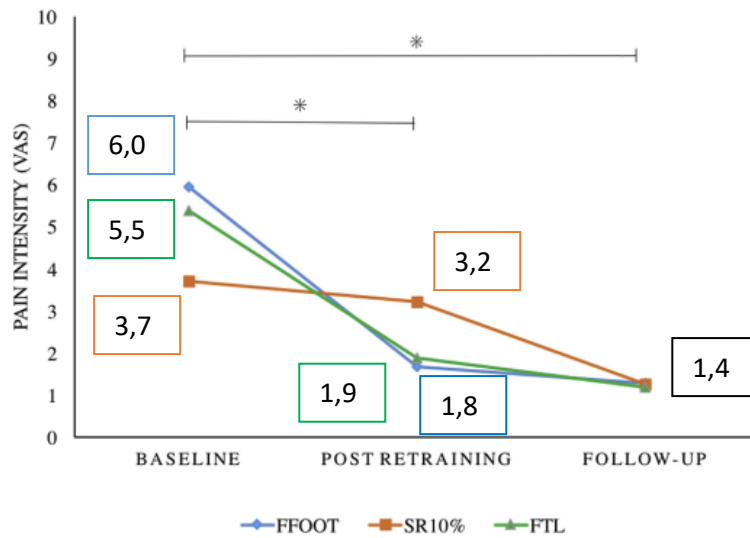
➤ **Dos Santos et al.**

L'étude s'intéresse à 3 groupes. Au premier, il est proposé une attaque avant-pied (**FFOOT**) ; au deuxième, l'augmentation de la cadence de 10% (**SR10%**) et au troisième l'augmentation de l'inclinaison du tronc (**FLT**). Le groupe nous intéressant ici est le groupe FFOOT (=forefoot). La douleur est reléecée à J0 (baseline), J+14 (post retraining) et M+6 (follow up).

Dans cet article, la douleur n'est pas un des critères de jugement principaux. Les données permettant l'analyse de l'EVA sont très rares. Elles sont regroupées dans le **tableau 13** ci-dessous. Nous avons la courbe suivante. Les valeurs encadrées sont des estimations faites par nos soins et ne sont pas mentionnées dans l'article.

Nous constatons une nette diminution pour le groupe FFOOT de J0 à J14 (- 4,2 sur l'EVA). Cette diminution de la douleur continue très faiblement jusqu'à 6 mois après (-0,4 sur l'EVA). Si les 3 groupes obtiennent plus ou moins la même valeur sur 10 à l'EVA (1,4) au bout de 6 mois, on remarque que c'est le groupe FFOOT qui a le plus petit score (1,8) à J+14.

Tableau 13: Résultats douleur Dos Santos et al. 2019



L'étude mentionne également que : « *There was a reduction of pain intensity from baseline to post-training session ($P < .002$; MD: 2.75; 95% CI: 1.05, 4.44) and from baseline to 6-month follow-up ($P < .001$, MD: 3.77; 95% CI: 1.96, 5.58)* » MD=mean difference.

Si on fait une moyenne des intensités de la douleur à J0 ($6+5,5+3,7=15,2$ et $15,2/3=5,1$) et qu'on soustrait la moyenne des intensités de la douleur à J+14 ($3,2+1,9+1,8=6,9$ et $6,9/3=2,3$) on obtient $5,1-2,3=2,8$ ce qui correspond à peu près à la moyenne des différences qu'on trouve dans l'article (MD=2,75). En effectuant les mêmes calculs pour le suivi de 6 mois on obtient $5,1-1,4=3,8$ ce qui correspond à peu près à la valeur que nous avons calculée (MD=3,77).

L'article ne nous donne donc que des moyennes des diminutions **des trois groupes**, ce qui est statistiquement non analysable.

Les p values <0,05.

Toutes les données utilisées sont des estimations, donc cette analyse est extrêmement limitée.

3.3.2 Critère de jugement secondaire : biomécaniques de la course

➤ Esculier et al.

Esculier et al.	Évolution du groupe témoin (moyenne / écart-type) N=21 S8		Évolution du groupe expérimental (moyenne / écart-type) N=19 S8		Estimation Taille d'effet et IC à 95 % S8
	Moyenne (CI à 95%)	Moyenne (estimation écart- type)	Moyenne et CI à 95%	Moyenne (estimation écart- type)	S8
Cadence (pas/min)	1,6 (-0,7 à 3,8)	1,6 ± 4,9	12,0 (9,6 à 14,4)	12,0 ± 5,0	10,4 IC [7,23 ; 13,57]
Tx de charge vertical moyen	- 2,1 (-5,9 à 1,6)	-2,1 ± 8,2	- 10,3 (-14,2 à - 6,3)	-10,3 ± 8,2	-12,4 IC [-17,66 ; -7,14]
Force de réaction max AFP*	0,1 (-0,3 à 0,5)	0,1 ± 0,9	- 0,3 (-0,7 à 0,1)	-0,3 ± 0,8	-0,4 IC [-0,95 ; 0,15]
Tx de charge moyen	- 0,8 (-7,4 à 5,7)	-0,8 ± 14,4	- 7,8 (-14,7 à -1,0)	-7,8 ± 14,2	-7 IC [-16,17 ; 2,17]

L'étude nous donne les moyennes et les intervalles de confiance à 95 % du groupe témoin et du groupe expérimental qui nous intéresse pour divers facteurs, incluant ceux rapportés ici qui concernent plus particulièrement la mécanique de la course. Ces données ont été prises à S0 et à S8 (=semaine 8).

L'augmentation de la cadence et la diminution du taux de charge vertical moyen (en gras) sont **statistiquement significatifs** car les intervalles de confiance ne comprennent pas la valeur 0. Les résultats peuvent donc être généralisés à une population plus large. Néanmoins, les intervalles de confiance à 95% s'étendent sur 13,57-7,23=**6,34** pour la cadence et -7,14-(-17,66)= **10,52** pour le taux de charge moyen. La distribution large des valeurs intervalles de confiance rend l'analyse plus nuancée car l'effet de la rééducation à la course est peu précis.

Les diminutions de la force de réaction maximale de l'articulation fémoro patellaire et du taux de charge moyen sont quant à elles non significatives.

Nous soulignons que les nombreux calculs que nous avons effectués hors de l'étude à l'aide des tableurs sont certainement à l'origine d'imprécisions dans les IC à 95% analysés.

➤ Roper et al.

Roper et al. 2016	Évolution du groupe témoin (moyenne / écart-type) N=8 J+30		Évolution du groupe expérimental (moyenne / écart-type) N=8 J+30		Estimation Taille d'effet et IC à 95 % J+30
	Moyenne (CI à 95%)	Moyenne (estimation écart- type)	Moyenne et CI à 95%	Moyenne (estimation écart- type)	J+30
Flexion genou au CI	9,3 (5,4 à 13,1)	9,3 ± 4,6	13,3 (9,4 à 17,1)	13,3 ± 4,6	4 IC [-0,93 ; 8,93]
Flexion max genou	37,4 (30,0 à 44,8)	37,4 ± 8,9	38,6 (32,8 à 44,4)	38,6 ± 6,9	1,2 IC [-7,34 ; 9,74]

AM genou	27,8 (23,0 à 32,7)	27,8 ± 5,8	25.4 (20.5 à 30.2)	25,4 ± 5,8	-2,4 IC [-8,62 ; 3,82]
Abd genou CI	-3,3 (-5,9 à -0,7)	-3,3 ± 3,9	1.1 (-1.5 à 3.7)	1,1 ± 3,1	4,4 IC [-0,59 ; 9,39]
Flexion cheville CI	1,7 (-3,2 à 6,6)	1,7 ± 5,9	-17.3 (-22.1 à -12.4)	-17,3 ± 5,8	-19 IC [-25,27 ; -12,73]
Flexion cheville max	14,9 (9,7 à 20,2)	14,9 ± 6,2	13.0 (8.9 à 17.1)	13,0 ± 4,9	-1,9 IC [-7,89 ; 4,09]
AM cheville	17,3 (13,0 à 21,5)	17,3 ± 5,1	31.7 (27.5 à 35.9)	31,7 ± 5,0	14,4 IC [8,98 ; 19,82]
SDFP (MPa)	-9.0 (-12.0 à -6.0)	-9,0 ± 10,7	-3.0 (-6.0 à 0.0)	-3,0 ± 3,6	6 IC [-2,56 ; 14,56]
FTA	1.89 (0.80 à 2.99)	1,89 ± 1,3	1.34 (0.25 à 2.44)	1,34 ± 1,3	-0,55 IC [1,94 ± 0,84]

CI : Contact Initial AM : Amplitude de mouvement SDFP : Stress fémoro-patellaire Mpa : Mégapascal FTA : Force du tendon d'Achille

Dans l'étude de *Roper et al.*, les auteurs ne nous donnent pas accès aux écart-types, nous ne disposons que des intervalles de confiance à 95%. Nous allons donc utiliser un tableur Excel du **Cochrane Handbook**, mis à notre disposition, nous permettant de trouver les écart-types en utilisant les intervalles de confiance (**Annexe 6**).

Pour cette étude, 3 facteurs sont **statistiquement significatifs** : la diminution de la flexion de cheville au contact initial, l'augmentation de l'amplitude du mouvement de la cheville ainsi que la diminution de la force du tendon d'Achille.

Les résultats peuvent donc être généralisés à une population plus large. En revanche, la distribution large des intervalles de confiance rend l'analyse statistique plus nuancée.

La taille d'effet de la force du tendon d'Achille est presque nulle donc proche de l'effet zéro.

➤ Dos Santos et al.

Dos Santos et al. 2019	Évolution du groupe témoin (↗ cadence de 10%) (moyenne / écart-type) N=6		Évolution du groupe expérimental (Rééducation à la marche) (moyenne / écart-type) N=6		Taille d'effet et IC à 95 % J+14
	J0	J+14	J+0	J+14	
Cheville*	5.16 (6.66)	4.15 (5.10)	10.26 (2.81)	11.29 (5.49)	-7,14 IC [-13,96 ; -0,32]
Flexion genou CI**	6.83 (2.22)	9.63 (5.05)	7.89 (2.47)	11.93 (9.57)	-2,3 IC [-12,14 ; 7,54]
Flexion max genou	35.59 (3.29)	32.37 (1.68)	35.86 (5.20)	34.18 (4.59)	-1,81 IC [-6,26 ; 2,64]
Abd max genou	4.00 (2.68)	2.73 (2.60)	3.90 (3.86)	4.95 (2.59)	-2,22 IC [-5,56 ; 1,12]
Flexion hanche CI**	30.24 (7.77)	27.57 (5.33)	26.66 (3.22)	25.13 (5.40)	2,44 [-4,46 ; 9,34]
Abd max hanche	11.05 (3.12)	8.93 (4.16)	13.19 (2.76)	14.18 (4.24)	-5,25 IC [-10,65 ; 0,15]
Rot interne max hanche	17.66 (5.16)	16.54 (4.24)	17.44 (3.67)	17.75 (5.36)	-1,21 IC [-7,43 ; 5,01]

*Dorsiflexion (+) ; Flexion plantaire (-)

** Contact Initial

Les auteurs de *Dos Santos et al.* ne nous donnent pas accès aux écart-types, nous ne disposons des intervalles de confiance à 95%. Nous allons donc utiliser un tableur Excel du **Cochrane Handbook** mis

à notre disposition, nous permettant de trouver les écart-types en utilisant les intervalles de confiance (**Annexe 6**).

Ici, seule l'augmentation de la flexion plantaire est **statistiquement significative** donc extrapolable à la population générale. Toutefois, les bornes de l'intervalle de confiance correspondant sont étendues et rendent les effets de la rééducation à la courses moins précis (la borne haute est proche de 0).

4 DISCUSSION

4.1 Analyse des principaux résultats

4.1.1 Effets sur la douleur

Il nous convient de comparer les trois études incluses dans cette revue de littérature. Deux de nos études sont des **ECR** (*Esculier et al.* et *Roper et al.*), preuve scientifique établie selon les recommandations de la HAS (Grade A) [45] contrairement à *Dos Santos et al.* qui est une **série de cas**, ce qui correspond à un faible niveau de preuve scientifique (Grade C). Cette disparité dans les qualités des preuves scientifiques est à prendre en compte dans nos analyses.

Nos trois études ont une bonne qualité méthodologique. *Esculier et al.* et *Roper et al.* ont obtenus respectivement 8/10 et 5/10 à l'échelle **PEDro**, ce qui correspond en moyenne à un bon niveau méthodologique (6,5/10). Nous avons utilisé le **JBI cases serie** qui est une échelle plus adaptée pour *Dos Santos et al.*. La note retrouvée est 7/10, correspondant à un bon niveau méthodologique. Cependant, nous tenons à souligner qu'aucune des études n'est en simple (patient), double (thérapeute) ou triple (examineur) aveugle ce qui est un biais important.

Tableau 14: Effets sur la douleur

Estimation taille de l'effet et intervalle de confiance à 95%				
Semaine/etude	S2*	S6*	S8	S20
Esculier et al.	VAS-U		0,5 IC [-0,45 ; 1,45]	0,4 IC [-0,47 ; 1,27]
	VAS- W		0,6 IC [-1,17 ; 2,37]	0,9 IC [-0,57 ; 2,37]
	VAS- R		0 IC [-1,31 ; 1,31]	0,1 IC [-1,30 ; 1,50]
Roper et al.	1,7 IC [0,25 ; 3,15]	2,7 [1,31 ; 4,09]		

*les jours ont été rapportés à des semaines pour faciliter les comparaisons et compréhension du tableau

Nous avons réalisé des tableaux comportant les tailles d'effet et IC à 95% pour les études *Esculier et al.* et *Roper et al.*. Pour *Dos Santos et al.* nous n'avons pas effectué d'analyse statistique mais plutôt une interprétation de la courbe mise à notre disposition par les auteurs.

Si pour l'étude *Esculier et al.* aucune des 6 estimations des tailles d'effet et intervalles de confiance à 95% ne sont significatives les 2 estimations faites pour l'étude de *Roper et al.* le sont et tendraient vers une diminution de la douleur en post-rééducation (après les 2 semaines de rééducation) mais surtout en suivi (un mois après la post-rééducation) où la taille d'effet est de 2,7 pour la population de l'étude.

La taille d'effet en post-rééducation est de 1,7 ce qui est intéressant mais il faut cependant prendre en compte la borne inférieure de l'intervalle de confiance qui est proche de zéro donc de l'effet nul.

On remarque que les tailles d'effet de l'étude d'*Esculier et al.* sont toutes proches ou égales à 0 pour la population étudiée.

En résumé, les effets sur la douleur sont pour :

- *Esculier et al.* → Taille d'effet proche de l'effet nul pour la population de l'étude + **non significative statistiquement** donc non généralisable à une population plus large
- *Roper et al.* → Diminution de la douleur **statistiquement significative** donc généralisable avec une taille d'effet importante surtout en suivi (mais IC étendus)
- *Dos Santos et al.* → **NON ANALYSABLES STATISTIQUEMENT**

4.1.2 Effets sur la biomécanique de la course

Critères de jugements secondaires	Estimation taille de l'effet et intervalle de confiance à 95%*		
	Esculier et al.	Roper et al.	Dos Santos et al.
Flexion hanche CI			2,44 [-4,46 ; 9,34]
Abd max hanche			-5,25 IC [-10,65 ; 0,15]
RI max hanche			-1,21 IC [-7,43 ; 5,01]
Flexion genou au CI		4 IC [-0,93 ; 8,93]	-2,3 IC [-12,14 ; 7,54]
Flexion max genou		1,2 IC [-7,34 ; 9,74]	1,81 IC [-6,26 ; 2,64]
AM genou		-2,4 IC [-8,62 ; 3,82]	
Abd genou CI		4,4 IC [-0,59 ; 9,39]	
Abd max genou			-2,22 IC [-5,56 ; 1,12]
Flexion cheville CI		-19 IC [-25,27 ; -12,73]	-7,14 IC [-13,96 ; -0,32]
Flexion cheville max		-1,9 IC [-7,89 ; 4,09]	
AM cheville		14,4 IC [8,98 ; 19,82]	
SDFP (MPa)		6 IC [-2,56 ; 14,56]	
FTA (PC)		-0,55 IC [1,94 ± 0,84]	
Cadence (pas/min)	10,4 IC [7,23 ; 13,57]		
Tx de charge vertical moyen	-12,4 IC [-17,66 ; -7,14]		
Force de réaction max AFP	-0,4 IC [-0,95 ; 0,15]		
Tx de charge moyen	-7 IC [-16,17 ; 2,17]		

* les mesures prises à S+2 pour *Dos Santos et al.*, S+4 pour *Roper et al.*, S+8 pour *Esculier et al.*

L'ensemble des valeurs en rouge représente les tailles d'effet statistiquement non significatives en raison de la position des intervalles de confiance. Comme dit précédemment, on ne peut mettre de côté l'hypothèse que l'effet observé n'est pas dû au hasard si l'intervalle de confiance englobe la valeur 0. Néanmoins, pour la flexion de la cheville au contact initial, la différence observée est statistiquement significative pour les deux études qui l'analysent. On remarque que la borne haute de *Dos Santos et al.* (-0,32) est proche de 0, donc proche de l'effet nul.

En résumé, les effets statistiquement significatifs sur la biomécanique de la course sont :

- *Esculier et al.* → Augmentation de la cadence, diminution du taux de charge vertical moyen
- *Roper et al.* → Diminution de la flexion de cheville au contact initial (augmentation de la flexion plantaire), augmentation de l'amplitude max de la cheville, diminution de la force du tendon d'Achille
- *Santos et al.* → Augmentation de la flexion plantaire

4.1.3 Hétérogénéité et limite des études

Les trois études incluses dans cette revue de littérature sont pour le moins hétérogènes, ce qui nous pousse à faire preuve de grande prudence dans les interprétations :

➤ Population :

- Le nombre de participants par groupe dans chacune des études est, dans un premier temps, inégal (=23 pour *Esculier et al.*, =8 pour *Roper et al.*, =6 pour *Dos Santos et al.*) et trop faible pour que les résultats soient généralisés à une population plus vaste.
- Il existe des différences d'âge entre les groupes des études (exemple : groupe témoin d'*Esculier et al.* = 30,7±5,3 ans et groupe témoin *Roper et al.* 21,5±1,78).
- La répartition des sexes entre les groupes d'une même étude est inégale : 62% de femmes dans *Esculier et al.*, 69% pour *Roper et al.*, et 50% pour *Dos Santos et al.*

➤ Intervention :

Les protocoles de rééducation à la course proposés sont différents selon chaque étude. Les modalités des traitements sont moins comparables entre elles car elles ne sont pas identiques. Le tableau suivant présente les principales différences. Nous pouvons, par exemple, constater que *Roper et al.* met un miroir à disposition des coureurs pour qu'ils aient un feedback visuel. Dans *Esculier et al.*, les conseils personnalisés sont conservés sur les 8 semaines de rééducation alors que dans les autres études ils diminuent progressivement. On remarque également que contrairement aux autres études, le modèle de frappe avant l'étude est forcément arrière-pied dans celle de *Roper et al.*. Dans cette dernière, le contrôle de l'attaque du pied se fait visuellement par l'équipe de recherche, ce qui est plus approximatif.

Il existe des distinctions sur les durées des rééducations mises en place, ce qui les rend difficilement comparables. Les 8 semaines proposées dans le protocole de l'étude *Esculier et al.* représentent une durée beaucoup plus importante que les 2 semaines de l'étude *Roper et al.* De plus la fréquence des séances de rééducation diffère : *Esculier et al.* : **0,6** séance/semaine, *Dos Santos et al.* : **2** séances/semaine, *Roper et al.* : **4** séances/semaine. Les rééducations proposées dans les groupes expérimentaux qui nous intéressent ont pour but de changer l'une des composantes de la course chez des personnes qui ont l'habitude de courir. C'est un changement qui doit se faire petit à petit afin de ne pas traumatiser le corps et entraîner des lésions musculo-aponévrotiques et tendineuses. On peut se demander si les 2 semaines de rééducation du protocole de l'étude *Roper et al.* ainsi que la fréquence des sessions n'ont pas été trop contraignantes.

Tableau comparatif des différentes interventions des études incluses dans la revue de littérature

Etude/Critère	Esculier et al.	Roper et al.	Dos Santos et al.
Dates des évaluations	Semaine 0, S4, S8, S20	Semaine 0, S2, S6	Semaine 0, S2, 6 mois après le programme
Analyses biomécaniques	Données démographiques, symptomatologies, habitudes de course, force isométrique, mécanique de course	Mesures anthropométriques, analyse cinématique et un électromyogramme (EMG)	Cinématique, EMG, analyse 3D cheville/genou/hanche/tronc
Modèle de frappe avant l'étude	Schéma de course préféré du coureur	Arrière-pied	Schéma de course préféré du coureur
Nb de séance/ semaine	5 séances sur une période de 8 semaines (Semaines 1, 2, 3, 5 et 7)	8 séances sur une période de 2 semaines	4 séances sur une période de 2 semaines
Echauffement	Non précisé	10 min	5 min de marche à 1,38m/s
Temps de course	10 min	Augmentation progressive de 15 à 30 min	Augmentation progressive de 15 à 30 min
Vitesse		Vitesse auto-sélectionnée confortable identique à celle enregistrée de la séance de référence et ensuite contrôlée par métronome	Vitesse auto-sélectionnée confortable identique à celle enregistrée de la séance de référence
Instructions pendant séances de rééducation	Augmenter la cadence de 7,5 à 10%, contrôle par métronome Coureurs invités à courir + doucement et à adopter un modèle de frappe sans arrière-pied si pas de \searrow significative de l'impact ou coureur incapable d'↗ la fréquence de pas. Instructions verbales, conseils personnalisés à chaque visite	Instructions verbales détaillées pendant les 4 premières semaines, feedback supprimé pendant les 4 dernière sessions. « <i>Courez sur vos orteils</i> » et/ou " <i>courir sur la plante des pieds</i> " + auto-évaluation avec miroir	Instructions verbales détaillées qui diminuent progressivement « <i>Frapper avec l'avant-pied</i> », toucher le sol avec les articulations métatarsiennes et le contact arrière-pied après la frappe du pied est facultatif après le premier contact
Instructions pendant séances post-rééducation			Encouragement à exécuter la technique apprise
Surface du sol	Tapis roulant	Tapis roulant	Tapis roulant
Respect modèle de frappe		Confirmation visuelle du personnel de recherche	Analyse visuelle en temps réel de la répartition de la pression plantaire à l'aide de capteurs de semelle intérieure.

➤ Comparateur

Esculier et al. met en jeu trois groupes différents : un groupe **Formation** proposant une formation sur la gestion de la charge et des modification de l'entraînement en fonction des symptômes, un groupe **Formation + Programme d'exercices** et enfin un groupe **Formation + rééducation à la marche**. Ce groupe Formation + rééducation à la marche comprenait donc, en plus du changement dans l'attaque du pied, tout un volet éducatif. Les coureurs ont reçu une formation sur la gestion des contraintes et on leur a demandé de modifier eux-mêmes les séances de course en fonction des symptômes. Ils ont augmenté la fréquence de leurs entraînements hebdomadaires, diminué la durée et la vitesse de chaque séance et évité de courir dans les descentes et les escaliers. Ils pouvaient fractionner leur séance en marche/course. De plus, les coureurs ont reçu comme consigne de maintenir un niveau de douleur maximal de 2/10 pendant la course. La douleur devait par la suite revenir aux niveaux de pré-entraînement dans l'heure qui suivait l'entraînement, sans aucune augmentation aucune des symptômes le lendemain matin. Les kinésithérapeutes traitants concevaient des programmes hebdomadaires individualisés, modifiables en fonction des symptômes.

L'étude de *Dos Santos et al.* s'appuie également sur 3 groupes : un groupe axé sur l'attaque avant-pied, un deuxième sur l'augmentation de la fréquence des pas de 10% et le dernier sur l'inclinaison du tronc vers l'avant. Nous avons pour cette étude comparé le groupe « attaque avant-pied » avec le groupe « augmentation de la cadence ».

L'étude de *Roper et al.* utilise deux groupes : un groupe contrôle et un groupe expérimental. Le groupe expérimental a effectué 8 séances de course sans intervention.

➤ Critères de jugement

Les critères de jugement étaient pour le moins différents. Chaque étude s'est concentrée sur les effets de la rééducation à la course, sur la douleur et les biomécaniques de la course à travers des points de vue distincts.

Concernant le critère de jugement principal, notre analyse ne saurait passer outre les disparités en termes de pertinence statistique. Comme le résume le **Tableau 11**, aucune des tailles d'effet de l'étude d'*Esculier et al.* n'est statistiquement significative. Nous regrettons l'absence de données plus détaillées (moyennes, écarts-types, tailles d'effet) qui nous auraient permis d'analyser de manière plus complète les effets de la rééducation proposée dans le protocole de l'étude de *Dos Santos et al.* Seule l'étude *Roper et al.* répond à nos critères en termes de qualité statistique.

Concernant les critères de jugement secondaire, ils sont difficilement comparables, chaque étude ayant choisi de se concentrer sur des aspects différents de la course. Nous avons fait une pré-sélection des critères de jugement secondaires. Les auteurs de l'étude de *Dos Santos et al.*, par exemple, ont fait toute une analyse détaillée des effets de la rééducation à la course sur l'activité des membres inférieurs avec des électromyogrammes (EMG).

➤ Spin

Les auteurs peuvent, dans leur conclusion, présenter leurs résultats de manière enjolivée. Les résultats peuvent alors être tournés en faveur des objectifs premiers de ceux qui réalisent les études ou alors de ceux qui les financent. Même si dans cette revue de littérature nous avons mené une analyse statistique basée sur les résultats « bruts » sans se laisser influencer par les conclusions faites par les auteurs, il nous a semblé intéressant de rapporter les financement potentiels reçus par les équipes de recherche.

Tableau 15 : Financements reçus par les études incluses dans la revue de littérature

Esculier et al.*	<ul style="list-style-type: none"> - Instituts de recherche en santé du Canada - Fonds de recherche du Québec – Santé (FRQ-S) - Réseau Provincial de Recherche en Adaptation/Réadaptation – Fonds de Recherche du Québec – Santé (REPAR/FRQ-S) - l'Ordre Professionnel de la Physiothérapie du Québec (OPPQ) - La Physiotherapy Foundation of Canada (PFC) et Canadian Académie de médecine du sport et de l'exercice (CASEM).
Roper et al.	<ul style="list-style-type: none"> - Subventions de la New Mexico Graduate Professional and Student Association - Le comité des allocations de recherche - Trisha McLean - Tony Nunez
Dos Santos et al.	<ul style="list-style-type: none"> - Sao Paulo Research Foundation ~ (FAPESP), Brazil

* « Les organismes de financement n'ont joué aucun rôle dans la conception de l'étude, l'analyse des résultats, la rédaction du manuscrit ou la décision de le soumettre pour publication. »

4.1.4 Synthèse des résultats selon le programme d'intervention

4.2 Applicabilité des résultats en pratique clinique

L'applicabilité des résultats à la pratique clinique dépend de plusieurs facteurs parmi lesquels on trouve la sécurité et l'efficacité du traitement étudié et la pertinence des résultats rapportés. Les questions suivantes doivent se poser :

- Les tailles d'effet sont-elles suffisamment grandes pour pouvoir confirmer la cohérence des techniques utilisées sur le plan clinique ?

Comme énoncé précédemment, les tailles d'effet ne sont pas comparables entre elles pour le critère de jugement principal. En effet, nous n'avons pu calculer les tailles d'effet pour deux articles et, parmi celles-ci, seules celles de *Roper et al.* sont statistiquement significatives. Bien qu'elles aillent dans le sens d'une diminution de la douleur après la rééducation à la course associée à une éducation thérapeutique, on ne peut confirmer notre hypothèse en s'appuyant uniquement sur une seule étude (d'autant plus que les bornes des intervalles de confiance sont larges). Sur le plan statistique, les estimations faites sont peu précises et nous forcent à faire preuve d'une grande prudence quant à l'interprétation des résultats.

- La population de chaque étude est-elle raisonnablement suffisante pour prétendre à une généralisation des résultats à une population plus grande atteinte de la même pathologie ?

Nous avons déjà évoqué la faiblesse des tailles des échantillons dans les études incluses. L'échantillon doit pourtant être suffisamment large pour pouvoir prétendre représenter de manière fidèle la population générale. Il s'agit donc de trouver un équilibre entre une quantité de patient trop faible et non représentative de l'hétérogénéité de la population et un nombre trop important qui serait certes

plus pertinent mais viendrait de pair avec une augmentation des coûts qui complexifierait la bonne exécution de l'étude.

Les trois études incluses proviennent des Amériques (Canada, Etats-Unis et Brésil). Nous avons de bonnes raisons de penser que l'intégralité des diversités ethniques ne soit pas représentée dans les échantillons sélectionnés. Par ailleurs, il existe des différences d'âge entre les groupes des études et la répartition des sexes entre les groupes d'une même étude est inégale (voir **Hétérogénéité et limites des études**). Il nous est donc impossible d'affirmer que les résultats de cette revue s'appliquent à la population générale.

Les trois études ont été menées sur des patients adultes coureurs récréatifs. La course à pied doit faire partie intégrante de leur programme sportif (deux des études ont comme critère d'inclusion une distance de course hebdomadaire minimale de 15km). En définitive, les résultats rapportés semblent pouvoir s'appliquer aux coureurs masculins ou féminins récréatifs ou confirmés. Il nous convient cependant de garder en tête les limites évoquées qui compromettent l'applicabilité totale des résultats à la pratique clinique.

- Le rapport bénéfices/risques des interventions est-t-il équilibré ?

Des cas de blessure associées à des transitions brutales vers une attaque avant-pied ont été rapportées (fractures de fatigue métatarsiennes, fracture calcanéenne, rupture du fascia plantaire) [53]. Il est évident que le système musculosquelettique a besoin de temps pour s'adapter aux changements de contraintes afin d'éviter les blessures.

- La balance coût/efficacité est-elle respectée ?

Oui, la rééducation à la course n'entraîne pas de dépense particulière.

4.3 Qualité des preuves

4.3.1 Système GRADE

La qualité des études incluses influe directement sur le niveau de preuve d'une revue de littérature. Pour établir le niveau de preuve de nos résultats, nous avons choisi d'utiliser le système GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation). Selon ce système, les 5 facteurs qui peuvent potentiellement diminuer le niveau de preuve sont :

❖ Le risque de biais :

La classification est la suivante (voir tableau **Annexe 1**)

Grade A : preuves scientifique établie

Grade B : présomption scientifique

Grade C : faible niveau de preuve scientifique

Les **ECR** sont considérés comme étant les meilleurs moyens d'évaluer les effets bénéfiques ou délétères des traitements. Ce type d'étude a (selon la HAS) le niveau de preuve le plus élevé et fait partie d'un grade de recommandation de **catégorie A**. Les **série de cas** correspondent à un faible niveau de preuve scientifique (**Grade C**).

Cette revue de littérature s'appuie sur deux **ECR** et sur une **série de cas**. Cela entraîne le constat suivant : le sujet de cette revue de littérature dispose d'une faible richesse en matière d'ECR sur le sujet de cette revue de littérature ; La présence d'un essai clinique non randomisé constitue une limite non négligeable qui altère la validité des résultats scientifiques de cette revue. Néanmoins il semble être de bonne qualité méthodologique d'après le JBI cases series (ANNEXE) (7/10). Les deux ECR semblent aussi de bonne qualité méthodologique d'après l'échelle PEDro, avec une moyenne de 6,5/10 (*Esculier et al.* → 8/10 et *Roper et al.* → 5/10). Néanmoins, aucune étude ne respecte la répartition des groupes en simple, double ou triple aveugle. Patients, thérapeutes et examinateurs ont connaissance des groupes témoins et expérimentaux, ce qui pourrait avoir comme conséquence de surestimer l'effet de la rééducation.

❖ **L'hétérogénéité des résultats :**

Ce critère évalue si les résultats peuvent être considérés comme assez similaires pour être comparables.

Il nous est difficile de comparer les résultats de notre critère de jugement principal entre eux. Les tailles d'effet de l'étude d'*Esculier et al.* sont toutes statistiquement non significatives. Il ne nous a pas été possible de calculer les tailles d'effet de l'étude de *Dos Santos et al.* par manque de valeurs mises à notre disposition. Seule l'étude de *Roper et al.* présente des données adaptées à nos calculs et des tailles d'effet statistiquement significatives.

Concernant les critères de jugement secondaires, seule la flexion de cheville est un critère commun entre deux études et a une taille d'effet statistiquement significative.

❖ **Le caractère indirect**

Il est marqué par les différences entre les populations des études, par les disparités dans les protocoles des interventions et par le caractère hétérogène des mesures des résultats. Ces éléments sont rapportés dans la partie ***Hétérogénéité et biais des études***.

❖ **L'imprécision des résultats**

Les résultats peuvent être basés sur un nombre de cas, d'évènements ou d'effets trop faibles ce qui peut relativiser la confiance qu'on peut leur accorder. Si l'intervalle de confiance qui encadre le résultat est trop large, la qualité de la preuve est diminuée d'un point, elle l'est de deux lorsque celui-ci est trop large. Pour la douleur, les intervalles de confiance à 95% de *Roper et al.* sont compris entre 0,25 et 3,15 (étendue de 2,9) à S2 et 1,31 et 4,09 (étendue de 2,8) à S6, ce qui est conséquent.

❖ **Le biais de publication**

En général les études avec des résultats statistiquement significatifs ont deux fois plus de chances d'être publiées que les études sans résultat statistiquement significatif. Ce biais souligne le fait qu'on a tendance à mettre de côté les études qui ne marchent pas alors qu'on devrait les considérer avec un intérêt similaire.

Ce biais n'a pas été évalué pour cette revue de littérature.

4.3.2 Synthèse du système GRADE

Critère de jugement	Nombre d'études	Type d'étude	Risque de biais	Hétérogénéité des résultats	Caractère indirect	Imprécision des résultats	Qualité des preuves
Douleur	3	2 ECR 1 série de cas	Modéré (PEDro, JBI cases series)	Elevée	Elevé	Elevée	Faible (C)
Biomécaniques de la course	<i>Flexion genou au CI</i>	2 1 ECR 1 série de cas	Modéré (PEDro, JBI cases series)	Elevée	Elevé	Elevée	Faible (C)
	<i>Flexion max genou</i>	2 1 ECR 1 série de cas	Modéré (PEDro, JBI cases series)	Elevée	Elevé	Elevée	Faible (C)
	<i>Flexion cheville CI</i>	2 1 ECR 1 série de cas	Modéré (PEDro, JBI cases series)	Elevée	Elevé	Elevée	Faible (C)

Tableau 16: Synthèse du système GRADE

La faible qualité nous impose la prudence quant à l'interprétation des résultats.

4.4 Biais potentiels de la revue

Plusieurs biais majeurs sont présents dans cette revue de littérature. Pour commencer, la sélection des articles effectuée dans différentes bases de données a pu malgré les efforts réalisés, laisser passer des articles qui auraient pu être pertinents et apporter des éléments de réponse à la question thérapeutique. L'équation de recherche a été reformulée à maintes reprises. Dans un premier temps, tous les mots clés ont été traduits pour formuler une équation extrêmement pointue. Cependant, nous nous sommes rendu compte du manque d'articles y répondant, ce qui risquait d'augmenter de silence (données intéressantes mal indexées qui ne sont pas proposées par le système d'interrogation de la base de données). Petit à petit, nous l'avons simplifiée jusqu'à l'obtention de l'équation de recherche finale (voir partie **Méthode**). Ainsi, nous avons fait face à un léger bruit (documents hors sujets proposés par le système d'interrogation de la base de recherche).

Nous ne pouvons passer à côté d'un autre biais majeur qui est le faible nombre d'articles. Les trois articles présents dans cette revue de littérature ne peuvent prétendre apporter un faisceau de preuve suffisant. Ce travail est donc plus une piste de pensée qui doit être approfondie.

De plus, les articles sélectionnés sont tous en anglais. Nous les avons donc traduits à l'aide d'un traducteur d'articles scientifiques gratuit [54]. Il existe donc de légères incohérences du fait de cette traduction automatique, traduction à laquelle font parfois défauts certaines subtilités. A la lecture des articles, nous avons effectué des vérifications entre les versions anglaise et française pour lever les doutes sur certaines tournures de phrase. Cependant, certains termes très techniques, notamment sur la biomécanique de la course et les unités correspondantes, nous ont posé des difficultés de

traduction. Il existe certainement dans cette revue de littérature des traductions littérales peu précises.

Cette revue de littérature étant le premier travail dans le domaine de la recherche que nous effectuons, il existe des biais inhérents à notre manque d'expérience et de recul.

Nous avons utilisé l'échelle AMSTAR-2 (*Annexe 8*) pour évaluer la qualité méthodologique et la validité interne de cette revue.

AMSTAR-2																
Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
YES	X		X				X			X			X	X		X
Partial Yes		X		X				X	X							
NO					X	X										

Les items 11, 12 et 15 de cette échelle sont non évaluables car cette revue de littérature n'est pas une méta-analyse.

Les items 5 et 6 concernent respectivement la sélection des études en double et l'extraction des données en double. Cette revue de littérature étant un travail de fin d'étude dans le but d'obtenir le Diplôme d'Etat de Masso-Kinésithérapie, l'intégralité de sa réalisation a été faite par une seule personne. Cela représente un biais non négligeable dans toutes les étapes de la production de cette revue de littérature mais surtout dans la sélection des articles et dans leur analyse statistique.

5 CONCLUSION

La course à pied a connu un véritable essor. C'est l'un des sports les plus populaires du monde, attirant des milliers de coureurs de tout âge. Si ce mouvement s'inscrit dans un processus naturel qui est à la portée de tout un chacun, il peut aussi être l'origine de blessures de surmenage. De ce fait, jusqu'à 50% des coureurs réguliers déclarent avoir plus d'une blessure chaque année [55]. Le corps est fait pour s'adapter aux contraintes qui lui sont imposées. Cependant, il n'est malheureusement pas rare qu'il soit dépassé par la surcharge exercée sur ses structures. Os, tendons, muscles et cartilages pâtissent d'une mauvaise répartition des forces de tension, de cisaillement, de compression ou encore de torsion auxquelles ils sont soumis lors d'une activité physique répétée. Les diagnostics les plus fréquents sont le SDFP, le syndrome de la bandelette ilio-tibiale, la périostite, la fasciite plantaire et les fractures de fatigue.

Le développement du SDFP est multifactoriel avec divers troubles fonctionnels affectant le membre inférieur. Ce syndrome entraîne une douleur anté ou rétro patellaire qui peut s'aggraver avec la position assise prolongée, l'accroupissement ou la descente des escaliers. Il est essentiel de mener une anamnèse et un examen physique détaillés pour mettre en place un plan de traitement approprié et personnalisé.

Cette revue de littérature s'est intéressée à la place de la rééducation à la marche dans le traitement du SDFP chez l'adulte sportif récréatif. Est-t-il intéressant cliniquement de proposer un changement dans l'attaque de pied pour passer d'une attaque talonnière à une attaque avant-pied ? Quelles sont les conséquences sur la douleur et sur la biomécanique de la course ?

Pour répondre à ces questions, nous avons intégré 3 études de qualités méthodologiques différentes. L'hétérogénéité des protocoles suivis par les études incluses ainsi que la disparité des résultats analysables nous poussent à une extrême prudence quant aux conclusions apportées. S'il semblerait que la douleur diminue légèrement avec un changement vers une attaque avant-pied, nous ne pouvons donner une réponse claire et tranchée.

Les trois études ont étudié des composantes différentes de la biomécanique de la course, ce qui nous empêche de faire des comparaisons inter-études. Il semblerait que la rééducation à la course entraîne une augmentation de la cadence, une diminution du taux de charge vertical moyen, une diminution de la flexion de cheville au contact initial (augmentation de la flexion plantaire), une augmentation de l'amplitude de la cheville et une diminution de la force du tendon d'Achille.

En définitive, nous ne pouvons pas apporter une réelle conclusion sur le caractère efficace ou non de ce traitement. La quasi-absence d'effet observé à laquelle nous avons fait face couplée à l'impossibilité d'analyser statistiquement l'un des articles, limitent fortement la portée de nos conclusions. De plus la diversité des aspects de la biomécanique étudiés rend la comparaison de nos critères de jugement secondaires pour le moins limitée.

Des études de plus haute qualité méthodologique doivent être menées pour apporter des preuves cliniques solides. Des populations plus larges doivent être incluses et suivies sur le long terme. Rappelons que les rééducations proposées dans les groupes expérimentaux qui nous ont intéressées avaient pour but de changer l'une des composantes de la course chez des personnes qui avaient l'habitude de courir. C'est un changement qui doit se faire petit à petit afin de ne pas traumatiser le corps et entraîner de surcroît des lésions musculo-aponévrotiques et tendineuses. On ne peut qu'espérer que des études soient menées sur un laps de temps plus étendu avec une fréquence

adaptée de séances de rééducation. Une analyse de la biomécanique détaillée et poussée ne peut qu'apporter des indices permettant d'améliorer la compréhension des mécanismes et donc la prise en charge thérapeutique.

Le thérapeute a de manière évidente une importance centrale dans le traitement du SDFP. Une correction précautionneuse de certains patterns de course peut être envisagée à condition qu'elle soit combinée avec d'autres éléments de l'arsenal thérapeutique et surtout avec une grande progressivité.

De futures revues systématiques analysant des études de plus haute qualité méthodologique doivent impérativement être menées pour majorer le niveau de preuve des éléments de réponse à cette question. Il serait également intéressant d'étudier l'impact de l'éducation dans la prévention de l'apparition des symptômes du SDFP. L'apprentissage d'une bonne gestion des entraînements avec, par exemple, la division de la distance hebdomadaire totale en sessions plus courtes mais plus fréquentes peut être une piste intéressante à approfondir dans des futurs travaux de recherche.

6 BIBLIOGRAPHIE

- [1] G P-O, V D, M G, M G. [Physical activity in prevention and reduction of cardiovascular risk]. *Med Pregl* 2010
- [2] Prior PL, Suskin N. Exercise for stroke prevention. *Stroke and Vascular Neurology* 2018
- [3] Alpsoy Ş. Exercise and Hypertension. *Advances in Experimental Medicine and Biology* 2020
- [4] Ridker PM. LDL cholesterol: Controversies and future therapeutic directions. *The Lancet* 2014
- [5] de la Rosa A, Olaso-Gonzalez G, Arc-Chagnaud C, Millan F, Salvador-Pascual A, García-Lucerga C, et al. Physical exercise in the prevention and treatment of Alzheimer's disease. *Journal of Sport and Health Science* 2020
- [6] Booth FW, Roberts CK, Laye MJ. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Compr Physiol* 2012
- [7] Ströhle A. Physical activity, exercise, depression and anxiety disorders. *Journal of Neural Transmission* 2009
- [8] Peluso MAM, Guerra de Andrade LHS. Physical activity and mental health: the association between exercise and mood. *Clinics (São Paulo, Brazil)* 2005
- [9] W van M. Running injuries. A review of the epidemiological literature. *Sports Med* 1992
- [10] Dehaven KE, Lintner DM. Athletic injuries: comparison by age, sport, and gender. *Am J Sports Med* 1986
- [11] Boling M, Padua D, Marshall S, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scand J Med Sci Sports* 2010
- [12] Kasitinon D, Li W-X, Wang EXS, Fredericson M. Physical Examination and Patellofemoral Pain Syndrome: an Updated Review. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2021.
- [13] M B, D P, S M, K G, S P, A B. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scand J Med Sci Sports* 2010
- [14] Michel Dufour. Anatomie de l'appareil locomoteur - Membre inférieur . vol. Tome 1. 3ème édition. 2001.
- [15] Michel Dufour, Michel Pillu. Biomécanique Fonctionnelle - Membres - Tête - Tronc. vol. 1ère édition. Masson. 2005.
- [16] Liao TC, Keyak JH, Powers CM. Runners With Patellofemoral Pain Exhibit Greater Peak Patella Cartilage Stress Compared With Pain-Free Runners. *J Appl Biomech* 2018
- [17] Draper CE, Besier TF, Santos JM, Jennings F, Fredericson M, Gold GE, et al. Using real-time MRI to quantify altered joint kinematics in subjects with patellofemoral pain and to evaluate the effects of a patellar brace or sleeve on joint motion. *J Orthop Res* 2009
- [18] Wu C-C, Shih C-H. The influence of iliotibial tract on patellar tracking. *Orthopedics* 2004
- [19] Park SK, Stefanyshyn DJ. Greater Q angle may not be a risk factor of patellofemoral pain syndrome. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2011

- [20] Myer GD, Ford KR, Barber Foss KD, Goodman A, Ceasar A, Rauh MJ, et al. The incidence and potential pathomechanics of patellofemoral pain in female athletes. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2010
- [21] Pal S, Draper CE, Fredericson M, Gold GE, Delp SL, Beaupre GS, et al. Patellar Maltracking Correlates With Vastus Medialis Activation Delay in Patellofemoral Pain Patients. Am J Sports Med 2011
- [22] White LC, Dolphin P, Dixon J. Hamstring length in patellofemoral pain syndrome. Physiotherapy 2009
- [23] Juhn MS. Patellofemoral Pain Syndrome: A Review and Guidelines for Treatment. American Family Physician 1999
- [24] Arnaud Delafontaine. Locomotion humaine : marche, course - Bases fondamentales, évaluation clinique et application thérapeutiques de l'enfant à l'adulte . Elsevier Masson. 2018.
- [25] Bolgla LA, Boling MC. AN UPDATE FOR THE CONSERVATIVE MANAGEMENT OF PATELLOFEMORAL PAIN SYNDROME: A SYSTEMATIC REVIEW OF THE LITERATURE FROM 2000 TO 2010. International Journal of Sports Physical Therapy 2011
- [26] Patellofemoral pain syndrome in athletes: a 5.7-year retrospective follow-up study of 250 athletes - PubMed n.d. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9922542/> (accessed May 1, 2022).
- [27] Gulati A, McElrath C, Wadhwa V, Shah JP, Chhabra A. Current clinical, radiological and treatment perspectives of patellofemoral pain syndrome. Br J Radiol 2018
- [28] Heintjes EM, Berger M, Bierma-Zeinstra SMA, Bernsen RMD, Verhaar JAN, Koes BW. Pharmacotherapy for patellofemoral pain syndrome. Cochrane Database Syst Rev 2004
- [29] Logan CA, Bhashyam AR, Tisosky AJ, Haber DB, Jorgensen A, Roy A, et al. Systematic Review of the Effect of Taping Techniques on Patellofemoral Pain Syndrome. Sports Health 2017
- [30] Frédéric Brigaud. La course à pied - Posture, Biomécanique, Performance. éditions désiris. 2013.
- [31] Hasegawa H, Yamauchi T, Kraemer WJ. Foot strike patterns of runners at the 15-km point during an elite-level half marathon. J Strength Cond Res 2007
- [32] Yong JR, Silder A, Delp SL. Differences in Muscle Activity between Natural Forefoot and Rearfoot Strikers during Running. J Biomech 2014.
- [33] Blaise Dubois. La clinique du coureur. 2019.
- [34] Lieberman DE, Venkadesan M, Werbel WA, Daoud AI, Dandrea S, Davis IS, et al. Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. Nature 2010
- [35] van der Worp H, Vrielink JW, Bredeweg SW. Do runners who suffer injuries have higher vertical ground reaction forces than those who remain injury-free? A systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med 2016
- [36] Troisième loi de Newton n.d. <https://www.larousse.fr> (accessed May 2, 2022).
- [37] Dugan SA, Bhat KP. Biomechanics and analysis of running gait. Phys Med Rehabil Clin N Am 2005;16:603–21.

- [38] Esculier JF, Bouyer LJ, Dubois B, Fremont P, Moore L, McFadyen B, et al. Is combining gait retraining or an exercise programme with education better than education alone in treating runners with patellofemoral pain? A randomised clinical trial. *Br J Sports Med* 2018
- [39] Barton CJ, Bonanno DR, Carr J, Neal BS, Malliaras P, Franklyn-Miller A, et al. Running retraining to treat lower limb injuries: A mixed-methods study of current evidence synthesised with expert opinion. *British Journal of Sports Medicine* 2016
- [40] Noehren B, Scholz J, Davis I. The effect of real-time gait retraining on hip kinematics, pain and function in subjects with patellofemoral pain syndrome. *British Journal of Sports Medicine* 2011
- [41] Kulmala JP, Avela J, Pasanen K, Parkkari J. Forefoot strikers exhibit lower running-induced knee loading than rearfoot strikers. *Med Sci Sports Exerc* 2013
- [42] Shih Y, Lin K, posture TS-G&, 2013 undefined. Is the foot striking pattern more important than barefoot or shod conditions in running? Elsevier 2013.
- [43] Teng HL, Powers CM. Sagittal plane trunk posture influences patellofemoral joint stress during running. *J Orthop Sports Phys Ther* 2014
- [44] 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. *Journal of Sports Science & Medicine* 2019;18:21.
- [45] Grade des recommandations n.d. <https://www.has-sante.fr/> (accessed April 14, 2022).
- [46] Inserm n.d. <https://www.inserm.fr/dossier/douleur/> (accessed April 29, 2022).
- [47] Liste des échelles acceptées pour mesurer la douleur 2022. <https://www.has-sante.fr/> (accessed April 10, 2022).
- [48] Psychométrie n.d. <http://www.psychometria.qc.ca/> (accessed April 28, 2022).
- [49] A. Pallot. Evidence Based Practice en rééducation: Démarche pour une pratique raisonnée. Elsevier Masson. 2019.
- [50] B W, Y Y, X Z, J W, L D, W F. Twelve-Week Gait Retraining Reduced Patellofemoral Joint Stress during Running in Male Recreational Runners. *Biomed Res Int* 2020;2020.
- [51] JL R, D D, L K, JS D, C M. Gait Retraining From Rearfoot Strike to Forefoot Strike does not change Running Economy. *Int J Sports Med* 2017
- [52] Munn Z, Barker TH, Moola S, Tufanaru C, Stern C, McArthur A, et al. Methodological quality of case series studies: an introduction to the JBI critical appraisal tool. *JBI Evid Synth* 2020
- [53] Salzler MJ, Bluman EM, Noonan S, Chiodo CP, de Asla RJ. Injuries observed in minimalist runners. *Foot Ankle Int* 2012
- [54] Onlinedoctranslator n.d. <https://www.onlinedoctranslator.com/> (accessed April 28, 2022).
- [55] Tschopp M, Brunner F. Erkrankungen und Überlastungsschäden an der unteren Extremität bei Langstreckenläufern. *Zeitschrift Für Rheumatologie* 2017

7 ANNEXES

➤ ANNEXE 1: Grade des recommandations de la HAS

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	Niveau 1 - essais comparatifs randomisés de forte puissance ; - méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ; - analyse de décision fondée sur des études bien menées.
B Présomption scientifique	Niveau 2 - essais comparatifs randomisés 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 descriptives (transversale, longitudinale).

➤ **ANNEXE 2: Esculier et al. 2018 [43]**

Titre	Is combining gait retraining or an exercise programme with education better than education alone in treating runners with patellofemoral pain?
Type d'étude	Essai contrôlé randomisé en simple aveugle en groupes parallèles
Auteur, date, pays	Esculier et al. – 2018, Canada
Définition du syndrome fémoro-patellaire	Le SDFP est défini comme une douleur autour ou derrière la rotule aggravée par des activités qui chargent l'articulation fémoro-patellaire.
Objectif	Comparer les effets de trois programmes de rééducation (formation, formation et exercices, et formation et rééducation à la marche) sur les symptômes et les limitations fonctionnelles des coureurs atteints de SDFR.
Population	<p>Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Être âgé de 18 à 45 ans - Déclarer une distance de course hebdomadaire minimale de 15 km - Souffrir du SDFP depuis au moins 3 mois - Ressentir une douleur minimum de 3/10 sur une échelle visuelle analogique (EVA) pendant la course et pendant trois tâches parmi les escaliers, s'agenouiller, s'accroupir et résister à l'extension du genou - Obtenir un maximum de 85/100 sur l'échelle des activités de la vie quotidienne (KOS-ADLS) <p>Critères d'exclusion</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apparition de symptômes suite à un traumatisme aigu - Symptômes supposés provenir du tendon rotulien ou des ménisques - Blessures concomitantes des membres inférieurs - Antécédents de luxation rotulienne ou de chirurgie du membre inférieur - Présence de maladies rhumatoïdes, neurologiques ou dégénératives <p>Nombre : 69 (3 groupes de n=23)</p> <p>Perdus de vue- exclus :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Groupe 1 : 3 (<i>contraintes de temps, pas satisfait du groupe, non renvoi des questionnaires de suivi</i>) n= 20 à T20 - Groupe 2 : 2 (<i>contraintes de temps, non renvoi des questionnaires de suivi</i>) n= 21 à T20 - Groupe 3 : 5 (<i>contraintes de temps, accident de vélo, entorse sévère, raison inconnue, non renvoi des questionnaires de suivi</i>) n= 18 à T20 <p>Répartition :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Groupe 1 : 15 femmes/8 hommes - Groupe 2 : 14 femmes/9 hommes - Groupe 3 : 14 femmes/9 hommes <p>Age moyen :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Groupe 1 : 30,7±5,3 - Groupe 2 : 33,2±6,5 - Groupe 3 : 28,4±6,8 <p>Volume de course par semaine (en km) : minimum 15 km/semaine</p>

Intervention	<p>Durée : 20 semaines</p> <p>Evaluations effectuées au départ (T), à la semaine 4 (T4), 8 (T8) et 20 (T20) (données démographiques, symptomatologie, habitudes de course, force isométrique mécanique de course).</p> <p>Tous les participants ont suivi cinq séances de physiothérapie (semaines 1, 2, 3, 5 et 7) dans une clinique privée pendant une période de 8 semaines.</p> <p>Groupe 1 : Formation sur la gestion de la charge et des modifications de l'entraînement en fonction des symptômes</p> <p>Groupe 2 : Formation sur la gestion de la charge et des modifications de l'entraînement en fonction des symptômes + Programme d'exercices au volet éducatif</p> <p>Groupe 3 : Formation sur la gestion de la charge et des modifications de l'entraînement en fonction des symptômes + rééducation à la marche</p>
Critères de jugement	<p>Principal :</p> <ul style="list-style-type: none"> - KOS-ADLS <p>Secondaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Douleur au genou à l'aide d'EVA pour la douleur habituelle (EVA-H), la pire douleur (EVA-P) et la douleur pendant la course (EVA-C) - Distance de course hebdomadaire (en km) - Biomécanique de course : extenseurs du genou (%Poids Corporel), Rotateurs externes de la hanche (%PC), Abducteurs de la hanche (%PC), Extenseurs de hanche (%PC), Taux de pas (pas/min), Taux de chargement vertical moyen (BW/s), Force de réaction au sol maximale (BW), Taux de chargement PFJ moyen (BW/s)
Résultats	<p>Les 3 groupes ont connu des améliorations significatives (KOS-ADLS, EVA) sans effet d'interaction avec le temps ($p \geq 0,71$ pour KOS-ADLS, $p \geq 0,43$ pour l'EVA, $p = 0,649$ pour la distance de course).</p> <p>L'ajout d'exercices ou de réentraînement à la marche n'a pas apporté de bénéfices supplémentaires par rapport à la formation seule, et le groupe de réentraînement à la marche n'a pas présenté d'améliorations plus rapides que les autres groupes.</p>

➤ **ANNEXE 3: Roper et al. 2016[44]**

Titre	The Effects of Gait Retraining In Runners With Patellofemoral Pain
Type d'étude	Essai contrôlé randomisé
Auteur, date, pays	Roper et al. 2016- Etats-Unis
Définition du SDFP	« <i>Le SDFP est décrit comme une douleur antérieure du genou ou rétropatellaire du genou qui peut survenir pendant et/ou après la course[...], la cause est multifactorielle.</i>
Objectifs	Le but de cette étude est de déterminer si la modification de la frappe du pied (attaque arrière-pied vers attaque avant-pied) réduit la douleur fémoro-patellaire, améliore les mesures biomécaniques associées et si elle influence le risque de blessure de la cheville.
Population	<p>Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Niveaux de douleur au genou pendant et/ou après la course d'au moins '3' et pas plus de '7' sur l'EVA. - Douleurs dans la région fémoro-patellaire d'un ou des deux membres - Douleurs au cours d'une des activités suivantes : s'agenouiller, s'accroupir, rester assis de manière prolongée et monter/descendre des escaliers - La course à pied doit faire partie de leur programme d'entraînement régulier - Acceptation du respect de l'abstention de course en dehors des séances prévues en laboratoire pour l'étude <p>Critères d'exclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Instabilité ligamentaire, tendinite rotulienne, épanchement important du genou - Grossesse - Antécédents de chirurgie du genou sur le membre affecté - Luxation traumatique de la rotule et/ou tout trouble neurologique susceptible d'influencer la marche <p>Nombre : 16</p> <p>Perdus de vue- exclus : 0</p> <p>Répartition : 11 femmes, 5 hommes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Groupe témoin : 6 femmes, 2 hommes - Groupe expérimental : 5 femmes, 3 hommes <p>Age moyen :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Groupe témoin : 21,5 (1,78) - Groupe expérimental : 24,63 (5,58) <p>Volume de course par semaine (en km) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Groupe témoin : 28,57 (13,41) - Groupe expérimental : 32,8 (17,38)
Intervention	<p>Durée : 8 séances sur une période de 2 semaines + 1 mois après le post test</p> <p>En amont, des mesures anthropométriques ont été prises par des techniciens formés (balance calibrée et stadiomètre ont été utilisés pour mesurer la masse et la taille des participants).</p> <p>Les participants ont reçu une nouvelle paire de chaussures de course devant être utilisée pendant toute la durée de l'étude (les appareils orthopédiques étaient interdits).</p>

	<p>Test pré/post rééducation et effectué après un mois : Les participants se sont échauffé 10 min sur un tapis roulant et ont continué pendant 30min après avoir trouvé une vitesse qui leur était confortable. Le personnel de recherche confirme visuellement que chaque participant emploie la foulée recherchée (arrière-pied en pré-rééducation, avant-pied en post rééducation) 16 marqueurs sont placés sur les membres inférieurs, la vitesse est contrôlée par un métronome (les pas doivent correspondre aux tonalités). Ce même test a été effectué après les 8 séances de course en tapis roulant.</p> <p>Groupe contrôle : Courir normalement pendant les huit séances sur un tapis roulant en laboratoire sans aucune intervention.</p> <p>Groupe expérimental : Courir avec une attaque avant-pied avec des instructions verbales détaillées. Le personnel de recherche a confirmé visuellement que chaque participant employait une foulée avant-pied pendant la course.</p> <p>Les séances augmentent progressivement de 15 à 30min.</p> <p>A la suite de cette intervention, les participants ont pu reprendre leur course normale. Après un mois de course à leur volume habituel, ils sont revenus en laboratoire pour effectuer les mêmes tests de course pré et post-rééducation.</p>
Critères de jugement	<p>Principal :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Douleur au genou pendant et /ou après la course <p>Secondaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Biomécanique de course : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Abduction du genou au contact initial, flexion du genou au contact initial et amplitude de mouvement dans le plan sagittal ➤ Flexion plantaire/dorsiflexion au contact initial et amplitude de mouvement dans le plan sagittal - Contrainte fémoro-patellaire maximale, force du tendon d'Achille et force de contact fémoro-patellaire - Marqueurs de course : vitesse de course, fréquence de pas, temps de contact avec le sol
Résultats	<ul style="list-style-type: none"> - Le groupe expérimental a augmenté les angles de flexion du genou au contact initial de 10,2° au départ à 16,2° (IC à 95 % : 13° à 18,1°) au test post-rééducation alors qu'il n'y a pas eu de changement pour le groupe témoin. - L'angle d'abduction du genou* a significativement réduit dans le groupe expérimental (de 3,3° (IC à 95 % : -5,8° à -0,8°) à 1,1° (95 % IC : -1,5° à 3,7°) à un mois de suivi). Cet angle ne change pas dans le groupe témoin. - Les angles de flexion de la cheville** ont significativement changé dans le groupe expérimental de 8,1° (95 % IC : 2,3° à 14,0°) au départ à -15,8° (IC à 95 % : -21,7° à -10,0°) post-reconversion et - 17,3° (IC 95% : -22,1° à -12,4°) au suivi d'un mois, alors que le groupe témoin n'a pas changé de manière significative. - L'amplitude de mouvement de la cheville a été significativement augmentée dans le groupe expérimental de 14,5° (IC à 95 % : 10,7° à 18,3°) au départ à 29,3° (IC à 95 % : 23,3° à 35,2°) après la rééducation et 31,7° (IC 95 % : 27,5° à 35,9°) au suivi à un mois.

- Réduction significative de la force de contact de l'articulation fémoro patellaire et de la contrainte fémoro patellaire de -1,79 PC (IC à 95 % : -2,55 PC à -1,02 PC et -8,0 MPa (IC à 95 % : -11,0 MPa à -4,0 MPa ; $\eta^2= 0,23$) au départ à -0,75 PC (95 % IC : -1,41 PC à -0,08 PC) et -3,0 MPa (IC à 95 % : -6,0 MPa à 0 MPa) au mois suivi, respectivement.

- La force du tendon d'Achille n'a pas été significativement différente après le réentraînement

- Le groupe expérimental a démontré des réductions significatives de ses niveaux de douleur au genou liée à la course à pied (EVA), de 5,3 au départ à 1,0 (IC à 95 % : 0 à 2,2) après la rééducation et 1,0 (IC à 95 % : 0 à 2,1 au mois suivant). Cependant, ce même groupe a signalé des douleurs au mollet associées au changement de la pose du pied au début de la phase d'entraînement qui se sont atténuées pour tous les participants lors de la 6^{ème} séance. Lors du suivi d'un mois, deux sujets de ce même groupe ont décrit une légère douleur à la cheville atténuée après l'arrêt de la course.

- La douleur du groupe témoin (EVA) a réduit de 4,3 au départ à 2,9 après le **réentraînement à la course**, puis augmenté à 3,9 au mois de suivi.

*l'abduction est positive, l'adduction est négative

**la dorsiflexion est positive, la flexion plantaire est négative

➤ **ANNEXE 4: Dos Santos et al. 2019 [45]**

Titre	Effects of three gait retraining techniques in runners with patellofemoral pain
Type d'étude	Série de cas
Auteur, date, pays	Dos Santos et al. 2019 – Brésil
Définition du syndrome fémoro-patellaire	
Objectifs	Analyser les effets de 3 réentraînements à la marche : atterrissage de l'avant-pied, augmentation de la fréquence des pas de 10 % et inclinaison du tronc vers l'avant sur la biomécanique des membres inférieurs et les mesures cliniques chez les coureurs souffrant de douleur fémoro-patellaire
Population	<p>Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Être un attaquant naturel de l'arrière-pied - Avoir couru un minimum de 15 km par semaine au cours des 3 derniers mois - Avoir signalé des symptômes de SDFP pendant et/ou après leur entraînement à la course au cours des 3 derniers mois, sans lien avec aucun événement traumatique - Avoir entre 18 et 35 ans - Déclarer des douleurs antérieures ou rétropatellaires du genou lors d'au moins 2 des activités fonctionnelles suivantes en plus de la course : s'accroupir, contraction isométrique du quadriceps, monter/descendre des escaliers, s'agenouiller, sauter, rester assis de manière prolongée - Présenter la pire douleur au genou ressentie au cours de la semaine précédente de "3" sur l'EVA. <p>Critères d'exclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chirurgie des membres inférieurs - Condition neurologique, cardiovasculaire ou orthopédique à l'exception du SDFP <p>Nombre : 18</p> <p>Perdus de vue- exclus :</p> <p>Répartition : 9 femmes /9 hommes</p> <p>Groupe 1 : 4 femmes/ 2 hommes</p> <p>Groupe 2 : 2 femmes/ 4 hommes</p> <p>Groupe 3 : 3 hommes/ 3 femmes</p> <p>Age moyen :</p> <p>Groupe 1 : 28,50 (2,74)</p> <p>Groupe 2 : 26,50 (5,43)</p> <p>Groupe 3 : 26,83 (2,71)</p> <p>Volume de course par semaine (en km) :</p> <p>Groupe 1 : 21,17 (5,85)</p> <p>Groupe 2 : 25, 67 (7,39)</p> <p>Groupe 3 : 22,00 (6,93)</p>
Intervention	Durée : 2 semaines

	<p>Les coureurs inclus ont effectué 2 séances de tests biomécaniques : une séance de référence et une séance post réentraînement (au maximum 3 jours après la fin du programme de réentraînement).</p> <p>Une analyse cinématique et un électromyogramme (EMG) ont été effectués pendant une course du participant sans aucune instruction, à une vitesse auto-sélectionnée confortable sur un tapis roulant.</p> <p>Toutes ces procédures biomécaniques ont été répétées lors de la séance post rééducation. Les coureurs ont été encouragés à exécuter la technique apprise lors de cette évaluation.</p> <p>Chaque participant portait les mêmes chaussures.</p> <p>Le modèle de frappe est analysé à l'aide d'une analyse visuelle en temps réel de la répartition de la pression plantaire à l'aide de capteurs de semelle intérieure.</p> <p>Les participants sont randomisés en 3 groupes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Groupe 1 : atterrissage sur l'avant pied - Groupe 2 : augmentation de la fréquence des pas de 10% - Groupe 3 : inclinaison du tronc vers l'avant <p>Pendant 2 semaines les participants effectuent l'une de ces 3 rééducations à hauteur de 4 séances par semaine = 8 séances. Le temps de course a augmenté progressivement de 15 à 30 min et les instructions verbales pour maintenir le nouveau schéma de course ont diminué progressivement. La vitesse du tapis de course était identique à celle de la séance de référence pour chaque coureur.</p>
Critère de jugement	<p>Principal :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cinématique des membres inférieurs - Activation musculaire - Intensité de la douleur et limitation fonctionnelle, mesurées selon l'échelle de douleur antérieure du genou (AKPS), de l'échelle fonctionnelle des membres inférieurs (LEFS) et l'EVA
Résultats	<p>L'étude actuelle a montré que les techniques de course FFOOT et FTL étaient statistiquement et cliniquement importantes et amélioraient la fonction après 8 séances de réentraînement à la marche. La différence minimale cliniquement importante (MCID) de l'échelle AKPS est de 10 points</p> <p>De plus, quel que soit le groupe, il y a eu une réduction de 54 % des pires douleurs au genou après l'entraînement et une réduction de 75 % des mesures de suivi à 6 mois</p>

ANNEXE 5: Tableau EXCEL utilisé pour les estimations des intervalles de confiance

**TO ESTIMATE A CONFIDENCE INTERVAL FOR THE DIFFERENCE
BETWEEN TWO MEANS:**

Enter the mean of the control group here:
 estimated population standard deviation for the control group here:
 the sample size (eg, number of subjects) for the control group here:

Enter the mean of the experimental group here:
 estimated population standard deviation for the experimental group here:
 sample size (eg, number of subjects) for the experimental group here:

Enter the required confidence interval (eg, 95%) here: 95

RESULT

The estimated difference between the two population means is:
 The estimated CI is:

ANNEXE 6: Tableau EXCEL Cochrane Handbook utilisé pour les estimations des écarts-types

Finding the Standard Deviation using Confidence Intervals (CI):

This transformation is for Confidence Intervals for mean values calculated within a study group and not for estimates of differences between study groups. It is important to check that the confidence interval is symmetrical about the mean (the distance between the lower limit and the mean is the same as the distance between the mean and the upper limit). If this is not the case, the confidence interval may have been calculated on transformed values.

GROUP 1	GROUP 2
What % was the CI? (for 95% CI type 0.95): <input style="width: 50px;" type="text"/>	What % was the CI? (for 95% CI type 0.95): <input style="width: 50px;" type="text"/>
Number of participants = <input style="width: 50px;" type="text"/>	Number of participants = <input style="width: 50px;" type="text"/>
Upper Confidence Interval limit = <input style="width: 50px;" type="text"/>	Upper Confidence Interval limit = <input style="width: 50px;" type="text"/>
Lower Confidence Interval limit = <input style="width: 50px;" type="text"/>	Lower Confidence Interval limit = <input style="width: 50px;" type="text"/>
Mean = <input style="width: 50px;" type="text"/>	Mean = <input style="width: 50px;" type="text"/>
The Confidence Interval is <input style="width: 50px; background-color: yellow;" type="text"/> standard errors wide.	The Confidence Interval is <input style="width: 50px; background-color: yellow;" type="text"/> standard errors wide.
Standard Deviation = <input style="width: 50px; background-color: yellow;" type="text"/>	Standard Deviation = <input style="width: 50px; background-color: yellow;" type="text"/>

ANNEXE 7: JBI case serie



JBI Critical Appraisal Checklist for Case Series

Reviewer _____ Date _____

Author _____ Year _____ Record Number _____

	Yes	No	Unclear	Not applicable
1. Were there clear criteria for inclusion in the case series?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Was the condition measured in a standard, reliable way for all participants included in the case series?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Were valid methods used for identification of the condition for all participants included in the case series?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Did the case series have consecutive inclusion of participants?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Did the case series have complete inclusion of participants?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Was there clear reporting of the demographics of the participants in the study?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Was there clear reporting of clinical information of the participants?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Were the outcomes or follow up results of cases clearly reported?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Was there clear reporting of the presenting site(s)/clinic(s) demographic information?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Was statistical analysis appropriate?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Overall appraisal: Include Exclude Seek further info

Comments (including reason for exclusion)

ANNEXE 8: GRILLE AMSTAR-2

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

<p>1. Did the research questions and inclusion criteria for the review include the components of PICO?</p>		
<p>For Yes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Population <input type="checkbox"/> Intervention <input type="checkbox"/> Comparator group <input type="checkbox"/> Outcome 	<p>Optional (recommended)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Timeframe for follow-up 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
<p>2. Did the report of the review contain an explicit statement that the review methods were established prior to the conduct of the review and did the report justify any significant deviations from the protocol?</p>		
<p>For Partial Yes: The authors state that they had a written protocol or guide that included ALL the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> review question(s) <input type="checkbox"/> a search strategy <input type="checkbox"/> inclusion/exclusion criteria <input type="checkbox"/> a risk of bias assessment 	<p>For Yes: As for partial yes, plus the protocol should be registered and should also have specified:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> a meta-analysis/synthesis plan, if appropriate, <i>and</i> <input type="checkbox"/> a plan for investigating causes of heterogeneity <input type="checkbox"/> justification for any deviations from the protocol 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No
<p>3. Did the review authors explain their selection of the study designs for inclusion in the review?</p>		
<p>For Yes, the review should satisfy ONE of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <i>Explanation for</i> including only RCTs <input type="checkbox"/> <i>OR Explanation for</i> including only NRSI <input type="checkbox"/> <i>OR Explanation for</i> including both RCTs and NRSI 		
<p>4. Did the review authors use a comprehensive literature search strategy?</p>		
<p>For Partial Yes (all the following):</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> searched at least 2 databases (relevant to research question) <input type="checkbox"/> provided key word and/or search strategy <input type="checkbox"/> justified publication restrictions (e.g. language) 	<p>For Yes, should also have (all the following):</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> searched the reference lists / bibliographies of included studies <input type="checkbox"/> searched trial/study registries <input type="checkbox"/> included/consulted content experts in the field <input type="checkbox"/> where relevant, searched for grey literature <input type="checkbox"/> conducted search within 24 months of completion of the review 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No
<p>5. Did the review authors perform study selection in duplicate?</p>		
<p>For Yes, either ONE of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> at least two reviewers independently agreed on selection of eligible studies and achieved consensus on which studies to include <input type="checkbox"/> <i>OR</i> two reviewers selected a sample of eligible studies <u>and</u> achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder selected by one reviewer. 		

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

<p>6. Did the review authors perform data extraction in duplicate?</p>		
<p>For Yes, either ONE of the following:</p>		
<p><input type="checkbox"/> at least two reviewers achieved consensus on which data to extract from included studies</p>		<p><input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No</p>
<p><input type="checkbox"/> OR two reviewers extracted data from a sample of eligible studies <u>and</u> achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder extracted by one reviewer.</p>		
<p>7. Did the review authors provide a list of excluded studies and justify the exclusions?</p>		
<p>For Partial Yes:</p>	<p>For Yes, must also have:</p>	
<p><input type="checkbox"/> provided a list of all potentially relevant studies that were read in full-text form but excluded from the review</p>	<p><input type="checkbox"/> Justified the exclusion from the review of each potentially relevant study</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No</p>
<p>8. Did the review authors describe the included studies in adequate detail?</p>		
<p>For Partial Yes (ALL the following):</p>	<p>For Yes, should also have ALL the following:</p>	
<p><input type="checkbox"/> described populations</p>	<p><input type="checkbox"/> described population in detail</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p>
<p><input type="checkbox"/> described interventions</p>	<p><input type="checkbox"/> described intervention in detail (including doses where relevant)</p>	<p><input type="checkbox"/> Partial Yes</p>
<p><input type="checkbox"/> described comparators</p>	<p><input type="checkbox"/> described comparator in detail (including doses where relevant)</p>	<p><input type="checkbox"/> No</p>
<p><input type="checkbox"/> described outcomes</p>	<p><input type="checkbox"/> described study's setting</p>	
<p><input type="checkbox"/> described research designs</p>	<p><input type="checkbox"/> timeframe for follow-up</p>	
<p>9. Did the review authors use a satisfactory technique for assessing the risk of bias (RoB) in individual studies that were included in the review?</p>		
<p>RCTs</p>		
<p>For Partial Yes, must have assessed RoB from</p>	<p>For Yes, must also have assessed RoB from:</p>	
<p><input type="checkbox"/> unconcealed allocation, <i>and</i></p>	<p><input type="checkbox"/> allocation sequence that was not truly random, <i>and</i></p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p>
<p><input type="checkbox"/> lack of blinding of patients and assessors when assessing outcomes (unnecessary for objective outcomes such as all-cause mortality)</p>	<p><input type="checkbox"/> selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome</p>	<p><input type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Includes only NRSI</p>
<p>NRSI</p>		
<p>For Partial Yes, must have assessed RoB:</p>	<p>For Yes, must also have assessed RoB:</p>	
<p><input type="checkbox"/> from confounding, <i>and</i></p>	<p><input type="checkbox"/> methods used to ascertain exposures and outcomes, <i>and</i></p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p>
<p><input type="checkbox"/> from selection bias</p>	<p><input type="checkbox"/> selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome</p>	<p><input type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Includes only RCTs</p>
<p>10. Did the review authors report on the sources of funding for the studies included in the review?</p>		
<p>For Yes</p>		
<p><input type="checkbox"/> Must have reported on the sources of funding for individual studies included in the review. Note: Reporting that the reviewers looked for this information but it was not reported by study authors also qualifies</p>		<p><input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No</p>

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

<p>11. If meta-analysis was performed did the review authors use appropriate methods for statistical combination of results?</p>	
<p>RCTs For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis</p> <p><input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results and adjusted for heterogeneity if present.</p> <p><input type="checkbox"/> AND investigated the causes of any heterogeneity</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</p>
<p>For NRSI For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis</p> <p><input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results, adjusting for heterogeneity if present</p> <p><input type="checkbox"/> AND they statistically combined effect estimates from NRSI that were adjusted for confounding, rather than combining raw data, or justified combining raw data when adjusted effect estimates were not available</p> <p><input type="checkbox"/> AND they reported separate summary estimates for RCTs and NRSI separately when both were included in the review</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</p>
<p>12. If meta-analysis was performed, did the review authors assess the potential impact of RoB in individual studies on the results of the meta-analysis or other evidence synthesis?</p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs</p> <p><input type="checkbox"/> OR, if the pooled estimate was based on RCTs and/or NRSI at variable RoB, the authors performed analyses to investigate possible impact of RoB on summary estimates of effect.</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</p>
<p>13. Did the review authors account for RoB in individual studies when interpreting/ discussing the results of the review?</p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs</p> <p><input type="checkbox"/> OR, if RCTs with moderate or high RoB, or NRSI were included the review provided a discussion of the likely impact of RoB on the results</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p> <p><input type="checkbox"/> No</p>
<p>14. Did the review authors provide a satisfactory explanation for, and discussion of, any heterogeneity observed in the results of the review?</p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> There was no significant heterogeneity in the results</p> <p><input type="checkbox"/> OR if heterogeneity was present the authors performed an investigation of sources of any heterogeneity in the results and discussed the impact of this on the results of the review</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p> <p><input type="checkbox"/> No</p>
<p>15. If they performed quantitative synthesis did the review authors carry out an adequate investigation of publication bias (small study bias) and discuss its likely impact on the results of the review?</p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> performed graphical or statistical tests for publication bias and discussed the likelihood and magnitude of impact of publication bias</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</p>
<p>16. Did the review authors report any potential sources of conflict of interest, including any funding they received for conducting the review?</p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> The authors reported no competing interests OR</p> <p><input type="checkbox"/> The authors described their funding sources and how they managed potential conflicts of interest</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p> <p><input type="checkbox"/> No</p>

INTERET DE LA REEDUCATION A LA COURSE DANS LE TRAITEMENT DES DOULEURS FEMORO-PATELLAIRES CHEZ LE COUREUR RECREATIF

INTEREST OF GAIT RETRAINING IN THE TREATMENT OF FEMORO PATELLAR PAIN IN RECREATIONAL RUNNERS

Contexte : La course à pied est l'un des meilleurs moyens d'allier plaisir et santé. Sa popularité grandissante a entraîné une augmentation concomitante des blessures de surmenage. Le syndrome douloureux fémoro-patellaire (SDFP) est très fréquent chez les coureurs. Le développement du SDFP est multifactoriel avec divers troubles fonctionnels affectant le membre inférieur. Sa prise en charge masso-kinésithérapeutique ne suit pas de protocole universel. Une rééducation à la course modifiant l'attaque du pied a une efficacité qui est controversée et qui mérite d'être étudiée plus en profondeur.

Objectif : Faire un état des lieux des connaissances scientifiques actuelles de la littérature quant à l'intérêt de la rééducation à la course dans le traitement des sportifs récréatifs souffrant de syndrome douloureux fémoro-patellaire.

Méthodologie de recherche : Les bases de données médicales PEDro, Pubmed et Cochrane Library ont été utilisées pour rassembler 2 essais contrôlés randomisés (ECR) et une série de cas. Les études devaient inclure des sportifs récréatifs souffrant du syndrome douloureux fémoro-patellaire (SDFP).

Résultats : Trois études ont été incluses pour mettre en évidence l'intérêt de la rééducation à la course dans le traitement du syndrome fémoro patellaire. Il semblerait que la rééducation à la course associée à l'éducation du patient diminue la douleur. Cependant, d'autres études doivent être menées.

Discussion/conclusion : Aucune vérité scientifique fondée quant à l'intérêt de la rééducation à la course ne peut être établie en raison du manque de signification statistique des études incluses. L'hétérogénéité des protocoles suivis par les études de cette revue de littérature, ainsi que la disparité des résultats analysables nous pousse à une extrême prudence quant aux conclusions apportées.

Background : Running is one of the best ways to combine pleasure and health. Its growing popularity has led to a concomitant increase in overuse injuries. Patellofemoral pain syndrome (PFPS) is very common in runners. The development of PFPS is multifactorial with various functional disorders affecting the lower limb. There is no universal protocol for its therapeutic management by physiotherapists. Gait retraining by modifying the foot strike is controversial and deserves to be studied in greater depth.

Objective : To review current scientific knowledge in the literature regarding the value of running rehabilitation in the treatment of recreational athletes with patellofemoral pain syndrome.

Research methodology : The medical databases PEDro, Pubmed and Cochrane library were used to gather 2 randomized controlled trials (RCTs) and a case report. The studies were to include recreational athletes with patellofemoral pain syndrome (PFPS).

Results : Three studies were included to demonstrate the value of running rehabilitation in the treatment of patellofemoral syndrome. It would appear that running rehabilitation associated with patient education reduces pain, but further studies are needed.

Discussion/conclusion : No well-founded scientific evidence about the value of gait retraining can be established due to the lack of statistical significance of the included studies. The heterogeneity of the protocols followed by the studies in this literature review, as well as the disparity of the analyzable results, leads us to be extremely cautious about the conclusions drawn.

Mots clés : course à pied, rééducation à la course, pose du pied, syndrome douloureux fémoro-patellaire, douleur, biomécanique de la course

Keywords : running, gait retraining, foot strike pattern, patellofemoral pain syndrome, pain, running biomechanics