



HAL
open science

Éducation ou réentraînement a la course : quel traitement privilégié dans la prise en charge du syndrome douloureux fémoro-patellaire chez les coureurs récréatifs ?

Camille Joucla

► To cite this version:

Camille Joucla. Éducation ou réentraînement a la course : quel traitement privilégié dans la prise en charge du syndrome douloureux fémoro-patellaire chez les coureurs récréatifs ?. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03974935

HAL Id: dumas-03974935

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03974935v1>

Submitted on 6 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.

**ÉDUCATION OU RÉENTRAÎNEMENT A LA
COURSE :**

**QUEL TRAITEMENT PRIVILÉGIÉ DANS LA
PRISE EN CHARGE DU SYNDROME
DOULOUREUX FÉMORO-PATELLAIRE CHEZ
LES COUREURS RÉCRÉATIFS ?**

JOUCLA Camille

Directeur de Mémoire : M. Blachere

Remerciements

Je souhaite d'abord adresser toute ma reconnaissance à mon directeur de mémoire, Monsieur Adrien BLACHERE, pour sa bienveillance, ses conseils et son accompagnement durant la réalisation de ce mémoire de fin d'études.

J'adresse mes sincères remerciements à Monsieur ERCOLANO et à Madame CAORS pour leur investissement dans l'amélioration de la qualité de notre formation. Plus personnellement, je voudrais les remercier pour leur écoute attentive, leurs précieux conseils et leur suivi durant mes quatre années d'études.

Je souhaite remercier les membres de ma famille, pour leur soutien et leur encouragement au quotidien dans ma vie professionnelle et personnelle. Merci à mon papa et à ma petite sœur de me transmettre leur joie de vivre et leur bonne humeur.

Je remercie tout particulièrement ma maman, sans qui je n'aurais jamais pu en arriver là. Merci de me partager et de me transmettre tes valeurs, tes rêves et tes passions jour après jour. Merci pour ta confiance et ton investissement permanent dans l'accomplissement de mes projets de vie et de ma carrière professionnelle.

Je remercie Guillaume, mon binôme au quotidien, pour sa présence, sa gentillesse et sa patience durant ces deux dernières années d'études. Merci pour ton soutien intellectuel et tes encouragements qui ont été d'une grande aide dans la réalisation de ce mémoire. Merci également de me partager tes passions et tes divers projets personnels et professionnels.

Je remercie enfin, toutes les personnes qui ont contribué à mon évolution professionnelle et mes amis qui ont égayé ces cinq dernières années.

Liste des abréviations

CG : Centre de gravité
CI : Contact initial
TA : Tibial antérieur
TS : Triceps sural
DF : Droit fémoral
TP : Tibial postérieur
TFL : Tenseur du fascia lata
PF : Petit fessier
MF : Moyen fessier
GF : Grand fessier
IJ : Ischio-jambiers
DO : Décollement des orteils
RFS : Rearfoot strike
MFS : Midfoot strike
FFS : Forefoot strike
GR : Gait retraining, traduit par réentraînement à la course
SDFP : Syndrome douloureux fémoro-patellaire
ECR : Essais comparatifs randomisés ou essais cliniques randomisés
EVA : Échelle visuelle analogique
EN : Échelle numérique de la douleur
AKPS : Échelle de douleur antérieure du genou
KOOS : Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score
LEFS : Échelle fonctionnelle des membres inférieurs
KOS-ADLS : Knee Outcome Survey of the Activities of Daily Living Scale
IC95 : intervalle de confiance à 95%
EVA-U : Échelle visuelle analogique de la douleur usuelle
EVA-W : Échelle visuelle analogique de la douleur maximale
EVA-R : Échelle visuelle analogique durant la course à pied
AVLR : Taux de charge vertical moyen
Peak PFJ reaction force : Force de réaction maximale de l'articulation du genou
Average PFJ loading rate : Taux de charge moyen de l'articulation du genou
PFJ : Articulation fémoro-patellaire
MCID : Différence minimale cliniquement importante
FFOOT : Forefoot strike pattern ou schéma de frappe de l'avant-pied
FTL : Forward trunk lean ou inclinaison du tronc vers l'avant
AVQ : Activité de la vie quotidienne
GR-E : Gait retraining associé à un programme d'éducation
GRADE : Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation

Table des matières

1. Introduction.....	1
1.1. Biomécanique de la course à pied	2
1.1.1. Les différentes phases de course	2
1.1.2. Les différents appuis du pied au sol.....	6
1.1.3. Les différents schémas de course : un concept Volodalen®	9
1.2. Les préférences motrices ou le gait retraining : lequel privilégier ?.....	9
1.2.1. Les préférences motrices : une approche Volodalen® et ActionTypes®	9
1.2.2. Le gait retraining	10
1.3. La Quantification du Stress Mécanique	11
1.3.1. Le stress mécanique : définition et types.....	11
1.3.2. Les effets du stress mécanique sur le corps humain.....	11
1.3.3. Une approche La Clinique du Coureur	12
1.4. Les blessures liées à la course à pied	13
1.4.1. Généralités	13
1.4.2. Le Syndrome Douloureux Fémoro-Patellaire	14
1.5. Objectifs de cette revue de littérature et question PICO.....	17
1.6. Hypothèse	17
1.7. Enjeux et pertinence de cette revue de littérature	18
2. Méthode.....	19
2.1. Critères d'éligibilité des études pour cette revue	19
2.1.1. Schéma d'étude	19
2.1.2. Population et pathologie.....	19
2.1.3. Interventions.....	20
2.1.4. Critères de jugement.....	20
2.2. Méthodologie de recherche des études	20
2.2.1. Sources documentaires investiguées.....	20
2.2.2. Équation de recherche utilisée	21
2.3. Méthode d'extraction et d'analyse des données	22
2.3.1. Méthode de sélection des études.....	22
2.3.2. Extraction des données	23
2.3.3. Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées	23
2.4. Méthode de synthèse des résultats.....	24
3. Résultats.....	25
3.1. Description des études.....	25
3.1.1. Diagramme de flux et motifs d'exclusion des études	25
3.1.2. Études exclues.....	26
3.1.3. Études incluses.....	27
3.2. Risques de biais des études incluses.....	31
3.2.1. Grilles d'analyse utilisées	31

3.2.2.	Synthèse des biais retrouvés.....	32
3.3.	Effet de l'intervention sur les critères de jugement	33
3.3.1.	Critère de jugement principal	33
3.3.1.	Critère de jugement secondaire.....	36
4.	Discussion	38
4.1.	Analyse des principaux résultats	38
4.1.1.	Hétérogénéité et limites des études	38
4.1.2.	Effets des interventions sur les critères de jugement.....	42
4.2.	Applicabilité en pratique clinique.....	48
4.2.1.	Bénéfices et tailles d'effet.....	48
4.2.2.	Avantages et inconvénients des interventions	49
4.3.	Qualité des preuves	49
4.4.	Biais potentiels de la revue	50
4.5.	Conflits d'intérêts	50
5.	Conclusion	51
6.	Références bibliographiques	53
7.	Annexes	31

Liste des figures

FIGURE 1 : LES PHASES DE LA COURSE A PIED - IMAGES ISSUES DE [15].....	2
FIGURE 2 : ACTIVITE DES PRINCIPAUX GROUPES MUSCULAIRES SOLLICITES DURANT LA COURSE A PIED (TRADUIT SELON [18]).....	3
FIGURE 3 : BIOMECHANIQUE NORMALE DU PIED DURANT LA COURSE (TRADUIT ET ADAPTE SELON [18]).....	4
FIGURE 4 : SOLLICITATIONS MUSCULAIRES DURANT LA PROPULSION [4]	4
FIGURE 5 : PERIODE DE FLOTTEMENT ET SOLLICITATIONS MUSCULAIRES AVANT LE CI [4]	5
FIGURE 6 : DIFFERENTES APPUIS TRANSVERSAUX DU PIED [15].....	6
FIGURE 7 : DIFFERENTES POSES ANTEROPOSTERIEURES DU PIED [15].....	7
FIGURE 8 : PRISE D'APPUI TALIGRADE – SCHEMA REALISE A PARTIR DES TRAVAUX DE F. BRIGAUD [22].....	7
FIGURE 9 : PRISE D'APPUI AVANT-PIED – SCHEMA REALISE A PARTIR DES TRAVAUX DE F. BRIGAUD [22].....	8
FIGURE 10 : SCHEMA REPRESENTANT LA QUANTIFICATION DU STRESS MECANIQUE [8].....	12
FIGURE 11 : STRUCTURES STABILISATRICES DU GENOU DROIT, VUE ANTERIEURE [66].	15
FIGURE 12 : SCORE MOYEN DE LA DOULEUR A L'EVA, AVANT, APRES ET UN MOIS APRES LE REENTRAINEMENT.	43
FIGURE 13 : INTENSITE MOYENNE DE LA DOULEUR A L'EVA, AU DEPART, APRES L'ENTRAINEMENT ET APRES 6 MOIS.....	44
FIGURE 14 : MOYENNE (ECART-TYPE) DU SCORE LEFS AU DEPART, APRES L'ENTRAINEMENT ET APRES 6 MOIS DE SUIVI.	45
FIGURE 15 : SCORES KOS-ADLS MOYENS, EN FONCTION DES INTERVENTIONS. LES BARRES D'ERREUR INDIQUENT L'ECART-TYPE.	46
FIGURE 16: HIERARCHISATION DES INTERVENTIONS ETUDIEES	51

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : FACTEURS DE RISQUE DU SYNDROME DOULOUREUX FEMORO-PATELLAIRE [64–66,68,69]	16
TABLEAU 2 : RESUME DES ARGUMENTS THEORIQUES EXPOSES, CONCERNANT LES INTERVENTIONS ETUDIEES.....	18
TABLEAU 3 : CRITERES DE SELECTION DES ETUDES	23
TABLEAU 4 : RESUME DES ETUDES EXCLUES APRES LECTURE INTEGRALE	26
TABLEAU 5 : SYNTHESE DES ETUDES EXCLUES CONSECUTIVEMENT A L'EXTRACTION DES DONNEES	26
TABLEAU 6 : REFERENCES DES ETUDES INCLUSES	27
TABLEAU 7 : DETAILS DES INTERVENTIONS THERAPEUTIQUES REALISEES.....	28
TABLEAU 8 : CARACTERISTIQUES DES ETUDES INCLUSES DANS LA REVUE DE LITTERATURE	29
TABLEAU 9 : SYNTHESE DES BIAIS DES ECR INCLUS, ANALYSES AVEC L'ECHELLE PEDRO.....	31
TABLEAU 10 : SYNTHESE DES BIAIS DES SERIE DE CAS INCLUSES, ANALYSES AVEC L'ECHELLE JBI CHECKLIST FOR CASE SERIES.....	31
TABLEAU 11 : RESULTATS DE L'ETUDE D'ESCLIER ET AL SUR LA DOULEUR – SOUS FORME DE MOYENNE [IC95].....	33
TABLEAU 12 : RESULTATS DE L'ETUDE DE ROPER ET AL SUR LA DOULEUR – SOUS FORME DE MOYENNE [IC95].....	33
TABLEAU 15 : RESULTATS DE L'ETUDE DE SINCLAIR ET AL. SUR LA DOULEUR, EVALUES A L'ECHELLE KOOS.....	35
TABLEAU 13 : RESULTATS DE L'ETUDE DE CHEUNG ET AL. SUR LA DOULEUR, EVALUEE PAR L'ECHELLE « SDFP SEVERITY»	35
TABLEAU 14 : RESULTATS DE L'ETUDE DE CHEUNG ET AL. SUR LA DOULEUR, EVALUEE PAR L'ECHELLE AKPS.....	36
TABLEAU 16 : RESULTATS DE L'ETUDE D'ESCLIER ET AL. SUR LA FONCTION – MOYENNE [IC95]	36
TABLEAU 17 : RESULTATS DE L'ETUDE DE SINCLAIR ET AL. SUR LA FONCTION	37
TABLEAU 18 : HETEROGENEITE DE LA POPULATION ETUDIEE.....	38
TABLEAU 19 : OUTILS DE MESURE UTILISES.....	41
TABLEAU 20 : SYNTHESE DES BIAIS DE LA REVUE, ANALYSES AVEC AMSTAR-2	50

Liste des annexes

ANNEXE 1 : ÉCHELLE SUBJECTIVE D'ÉVALUATION DES FOULEES TERRIENNE ET AERIENNE [27].....	31
ANNEXE 2 : TESTS PATELLAIRES REALISABLES LORS D'UN EXAMEN CLINIQUE.....	31
ANNEXE 3 : DIAGNOSTIC DIFFERENTIEL DES DOULEURS ANTERIEURES DU GENOU [64–66].....	32
ANNEXE 4 : GRADE DES RECOMMANDATIONS ET NIVEAU DE PREUVE SCIENTIFIQUE – HAS [71].....	32
ANNEXE 5 : ÉCHELLE VISUELLE ANALOGIQUE (EVA), SELON LES RECOMMANDATIONS DE LA HAS.....	33
ANNEXE 6 : ÉCHELLE NUMERIQUE (EN), SELON LES RECOMMANDATIONS DE LA HAS.....	33
ANNEXE 7 : ÉCHELLE « ANTERIOR KNEE PAIN SCALE » (AKPS).....	33
ANNEXE 8 : ÉCHELLE « KNEE INJURY AND OSTEOARTHRITIS OUTCOME SCORE (KOOS).....	34
ANNEXE 9 : ÉCHELLE « PFPS SEVERITY ».....	35
ANNEXE 10 : ÉCHELLE FONCTIONNELLE DES MEMBRES INFERIEURS (LEFS).....	36
ANNEXE 11 : ÉCHELLE « KNEE OUTCOME SURVEY ACTIVITIES OF DAILY LIVING SCALE » (KOS – ADLS).....	37
ANNEXE 12 : ÉCHELLE D'ÉVALUATION DE LA QUALITE METHODOLOGIQUE PEDRO.....	38
ANNEXE 13 : ÉCHELLE D'ÉVALUATION DE LA QUALITE METHODOLOGIQUE NEWCASTLE – OTTAWA.....	39
ANNEXE 14 : ÉCHELLE JBI CRITICAL APPRAISAL CHECKLIST FOR CASE SERIES.....	41
ANNEXE 15 : TABLEAUX DETAILLES DES ETUDES INCLUSES.....	44
ANNEXE 16 : FONCTIONNEMENT ET UTILISATION DE CHAQUE ECHELLE D'ÉVALUATION.....	50
ANNEXE 17 : NIVEAUX DE QUALITE DES DONNEES SCIENTIFIQUES SELON GRADE.....	52
ANNEXE 18 : ÉCHELLE DE QUALITE METHODOLOGIQUE AMSTAR-2 (TRADUCTION FRANÇAISE).....	53

1. Introduction

Ramper, se redresser, marcher, accélérer puis courir font partie des étapes clés de l'évolution naturelle de l'Homme.

La **course à pied**, aujourd'hui très largement pratiquée par des millions de personnes [1], a connu, depuis plusieurs décennies, de nombreuses transformations. Initialement, elle était un mode de locomotion, destiné essentiellement à une fonction utilitaire, de survie. Avec l'apparition des progrès sociaux et son intégration aux Jeux Olympiques comme une épreuve de course de longue distance [2], la course est devenue plus sportive et à visée compétitive. Ce n'est que dans les années 1970 que la course à pied prend une nouvelle forme plus urbaine et connaît un changement de mentalité. Elle échappe alors au contrôle fédéral, suscite un engouement important et attire un nombre croissant de participants. Cette appétence pour la course à pied entraîne une diversification des modalités de sa pratique [3] et une multiplication des lieux de rencontre, en dehors des clubs fédéraux [2]. Un véritable commerce se développe alors autour de ce sport, s'accompagnant d'une augmentation des recherches en termes d'équipement, de nutrition [4] etc.

L'émergence et la popularisation de ce nouvel exercice permettent un mode différent de sociabilité, universel, plus naturel et moins contraignant [2]. Chacun y retrouve une forme de liberté et peut adapter sa pratique selon son niveau, ses envies, ses objectifs et son mode de vie.

Avec cette transformation sociétale, naît alors un concept : **le sport de loisir. Courir devient un plaisir.**

La pratique régulière de la course à pied procure des **bienfaits** considérables pour la santé, ce qui explique son succès et en fait un phénomène de masse. Elle devient pour certains, un échappatoire aux fléaux de notre société, un moyen de s'évader, d'évacuer l'anxiété [5] et d'augmenter le sentiment d'estime de soi [6]. Pour d'autres, c'est une manière d'améliorer sa qualité de vie [7] et d'entretenir sa santé en luttant contre la sédentarité. Selon Blaise Dubois, « *Courir, c'est vivre en meilleure santé* » [8]. Pourtant, d'un point de vue statistique, elle génère un nombre important de blessures puisqu'environ **un coureur sur deux se blesse au moins une fois dans l'année**. D'après l'ouvrage *La Clinique du Coureur* [8], il s'agit majoritairement de blessures de surutilisation liées à une **surcharge mécanique**. Dans 80% des cas, elles seraient dues à une modification dans l'entraînement : de la vitesse, de la distance parcourue, de la fréquence de course etc. Des facteurs intrinsèques tels que l'indice de masse corporelle, l'âge ou encore la force musculaire pourraient également avoir une influence sur l'apparition des blessures [9].

Au cours de mes stages en Masso-kinésithérapie, j'ai pu constater qu'il n'existe actuellement, en clinique, aucune explication commune sur la biomécanique optimale de course, ni aucune uniformisation des pensées et des conseils sur la rééducation des pathologies du coureur. Parfois, il s'agit de conserver les préférences motrices naturelles du patient. Au contraire, certains, préfèrent adapter le schéma de course et modifier ses paramètres. Pour quelques-uns, la course à pied doit inévitablement être pratiquée sur l'avant-pied, pour d'autres, ce n'est pas le cas. Enfin, certains n'attacheront aucune importance aux facteurs biomécaniques, mais s'attarderont, au contraire, sur des méthodes de renforcement et sur la planification de l'entraînement.

Mais que dit réellement la littérature à ce sujet ? Existe-t-il une bonne manière de courir ? Comment être efficace et pertinent dans sa prise en soin ? Quels moyens favoriser pour aider nos patients sportifs à reprendre le sport dans les meilleures conditions possibles ? Ces nombreuses questions n'ont cessé d'augmenter depuis le début de ma formation clinique.

Aujourd'hui, la course à pied attire un public toujours plus important et hétérogène, aussi bien de sportif compétiteur que de sportif amateur. Les réseaux sociaux médiatisent de plus en plus la course à pied et véhiculent de nouveaux stéréotypes en matière de prévention, de performance, de santé, etc. Certains sportifs en rééducation ont d'ailleurs souvent un bagage de connaissances et de croyances plus ou moins exactes et vérifiées sur cette pratique.

D'un point de vue, personnel et professionnel, il me semble donc indispensable, à l'approche de mon diplôme, d'éclaircir ces problématiques, afin d'être à même de répondre correctement à la diversité des questions pouvant se poser et pertinente dans ma prise en soin.

La **biomécanique de course** est un sujet actuel de débat dans la littérature [10]. Elle est au cœur de nombreuses discussions scientifiques et divers avis sont émis concernant, notamment, **le type de foulée**.

Avant de s'intéresser aux spécificités des modèles de course et des différents appuis au sol, il paraît avant tout nécessaire de connaître la biomécanique générale et les phases de la course, pour mieux appréhender les problématiques que cela soulève.

1.1. Biomécanique de la course à pied

La course à pied est un mode de déplacement du corps, considérée d'après F. Leboeuf, comme « *une succession de déséquilibres maîtrisés* », conséquence des forces extérieures exercées sur le sportif [11].

Elle requiert une amplitude du mouvement des membres inférieurs importante et une bonne capacité de contraction concentrique et excentrique des muscles agoniste et antagoniste aux mouvements [12]. La stabilité du tronc et la coordination des membres supérieurs doivent être satisfaisantes pour assurer le maintien de l'équilibre du corps durant le mouvement [4]. Nous traiterons cependant ce sujet en abordant uniquement la biomécanique de la partie inférieure du corps.

La course se caractérise par une augmentation de la vitesse, de la longueur du pas, de leur nombre par minute défini sous le terme de **cadence** [13] et peut-être décomposée en cycles, foulées et phases.

Un cycle est un schéma répétitif débutant lors du contact initial d'un pied au sol et se terminant lorsque le même pied touche le sol à nouveau. Il est défini par l'intervalle spatio-temporel entre ces deux positions. Il peut être divisé en deux foulées symétriques, correspondant au passage d'un appui à l'autre [11]. Chaque foulée comporte, une **phase d'appui** représentant environ 40% du cycle [14] et une **phase de suspension**, sans contact de l'extrémité inférieure avec le sol [12] (*Figure 1*). Ainsi, lorsqu'une jambe achève sa phase d'appui et débute sa phase aérienne, l'autre jambe réalise l'inverse simultanément [4]. Les deux membres ne sont donc jamais en contact avec le sol en même temps.

1.1.1. Les différentes phases de course

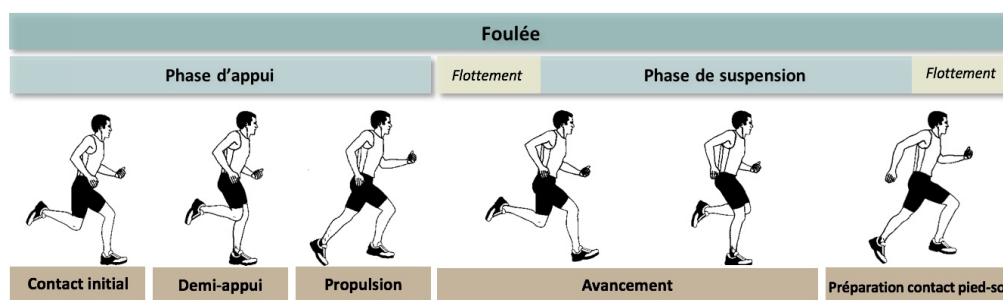


Figure 1 : Les phases de la course à pied - Images issues de [15]

1.1.1.1. La phase d'appui

1.1.1.1.1. L'amortissement

Il correspond au moment où le pied rentre en contact avec le sol jusqu'à la projection verticale du centre de gravité (CG) [16].

Durant ce **contact initial** (CI), le genou est à l'aplomb du pied et l'avant-pied alors en abduction prend appui avec sa partie antérolatérale [17]. L'articulation talo-crurale est en légère dorsiflexion grâce à la contraction concentrique du tibia antérieur (TA), augmentant ainsi la pronation permise par l'articulation sub-talaire. Ce mouvement de pronation, contrôlé par les ligaments de la cheville, entraîne une mise en tension de la voûte plantaire [12].

Cela s'accompagne d'une flexion de hanche, d'un valgus et d'une flexion du genou de 20° à 25° [12].

Cet impact entraîne une augmentation importante des contraintes imposées au corps. Son énergie est diffusée à la voûte plantaire puis en proximal, à travers une chaîne cinétique fermée [12], à l'aide de contractions musculaires excentriques, du triceps sural (TS) et du droit fémoral (DF) [18].

Afin de maintenir cette organisation articulaire et lutter contre l'affaissement du poids du corps, les muscles **stabilisateurs** sont sollicités (Figure 2) [17].

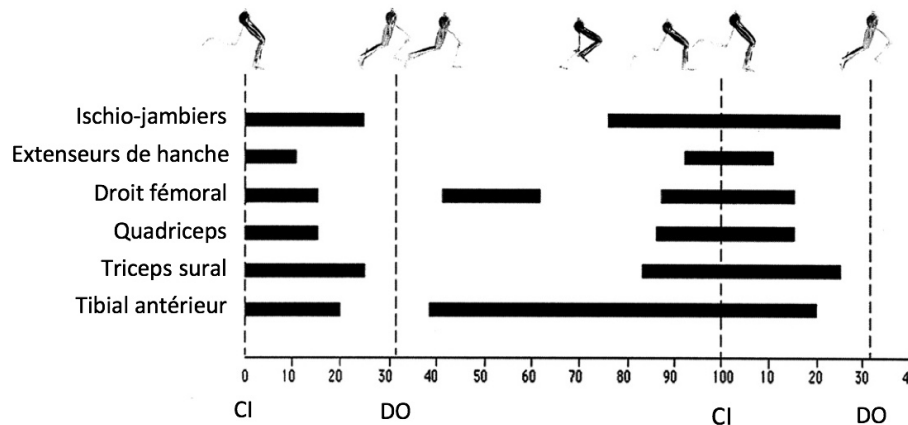


Figure 2 : Activité des principaux groupes musculaires sollicités durant la course à pied (traduit selon [18])

En effet, lors du CI, le TS se contracte de façon excentrique alors que le TA en concentrique, afin de contrôler l'avancement du tibia sur le pied et stabiliser l'articulation de la cheville [13]. Le muscle tibial postérieur (TP) agit avec le TS pour maintenir la flexion plantaire [17]. Enfin, le TA agit en excentrique pour contrôler la pose de l'avant-pied au sol [18].

Au niveau de la cuisse, le muscle DF réalise une contraction excentrique pour contrôler les oscillations du CG et limiter la flexion du genou. Les adducteurs de hanche assurent la stabilité du membre inférieur, le muscle tenseur du fascia lata (TFL) contrôle le valgus du genou et l'amplitude en abduction de hanche. Enfin, le petit fessier (PF), le moyen fessier (MF) et le piriforme contrôlent l'abduction et la rotation latérale de hanche [17].

Ainsi, durant cette phase de décélération, la **diffusion de l'énergie** du choc est permise par

- La flexion dorsale et la pronation de cheville
- La mise en tension de l'aponévrose plantaire [12]
- La flexion de hanche et de genou [13]
- Les contractions musculaires excentriques [13]

1.1.1.1.2. Le soutien

Il débute lorsque le CG se situe à l'aplomb de l'appui au sol et se termine lorsqu'il y a un décollement du talon [16].

L'objectif principal de cette phase est de maintenir la **stabilité latérale et verticale** de cette position unipodale dynamique. Les muscles stabilisateurs sollicités durant la phase précédente maintiennent donc leur activité.

Durant cette phase de **demi-appui**, une extension de hanche débute par la contraction concentrique du muscle grand fessier (GF) et des muscles ischio-jambiers (IJ) [13].

La progression vers l'avant du tibia sur le pied se poursuit et la flexion dorsale de cheville devient maximale lorsque la projection du CG se trouve en avant de la base d'appui au sol [13].

Enfin, le pied entre dans cette phase de soutien en **pronation maximale** (Figure 3), et va connaître un déroulement progressif de l'avant-pied pour préparer la phase de propulsion du corps [12,17].

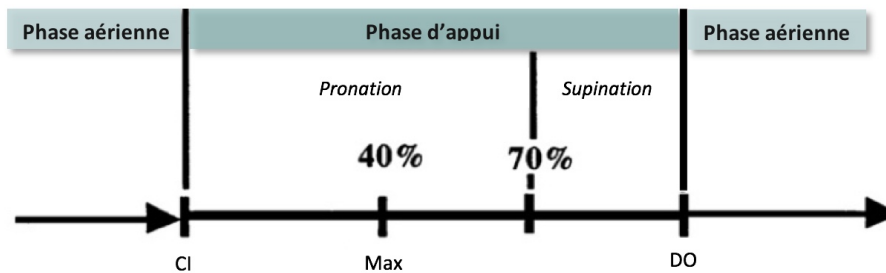
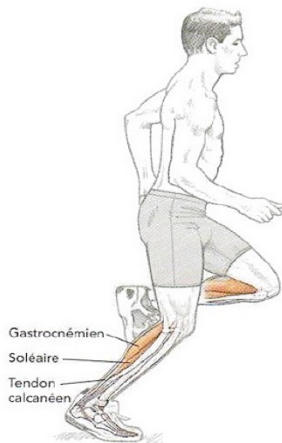


Figure 3 : Biomécanique normale du pied durant la course (traduit et adapté selon [18])

1.1.1.1.3. La propulsion

C'est une phase de **poussée rapide**, durant laquelle le poids du corps bascule vers l'avant. Elle débute dès le décollement du talon et s'achève lorsque le pied n'est plus en contact avec le sol [16].



Pour cela, le pied passe en **supination**, l'avant-pied en adduction et la cheville en flexion plantaire. Cette position entraîne une augmentation de la rigidité articulaire permettant une optimisation de l'efficacité du mouvement de poussée [12]. Ce mouvement est permis par les contractions puissantes, en concentrique, du TS entraînant une traction du tendon d'Achille (Figure 4) et, du muscle long fléchisseur de l'hallux [13].

Le TP est sollicité, en excentrique, pour contrôler la pronation de cheville. Il joue également, avec le TS, un rôle en excentrique dans le contrôle de l'avancement du tibia sur le pied [13].

Figure 4 : Sollicitations musculaires durant la propulsion [4]

Cette phase sollicite particulièrement d'importantes amplitudes de mouvement en extension.

Pour le genou alors en varus [12], l'extension est permise par la contraction concentrique du muscle DF. Pour la hanche, les muscles IJ maintiennent leur rôle actif d'extenseur en concentrique [13,18].

Ainsi, la propulsion est permise, au niveau des membres inférieurs, par [4]

- La sollicitation en force explosive des muscles de la loge postérieure de la jambe et du LFH
- La contraction du muscle TP
- La co-contraction musculaire des muscles fléchisseurs et extenseurs de hanche et de genou

La stabilité de l'articulation transverse du tarse est assurée, en flexion plantaire, par l'extension des articulations métatarso-phalangiennes qui augmente la tension de l'aponévrose plantaire et par la contraction des muscles intrinsèques du pied [13].

Le **décollement des orteils** et la **supination du pied** marquent la fin de cette phase d'appui.

En résumé, durant la phase d'appui, le pied et la cheville ont différents rôles capitaux. Ils amortissent l'impact lors du contact initial, maintiennent le corps en équilibre lors du demi-appui et enfin, ils fonctionnent comme un bras de levier pour propulser le corps vers l'avant [12].

1.1.1.2. La phase de suspension

Elle débute après la phase de propulsion, dès l'instant où le pied n'est plus en contact avec le sol et se termine lorsque ce même pied reprend l'appui [16].

Au début et à la fin de chaque phase aérienne, se produit une période, d'une durée variable, dite de **flottement** [13], c'est-à-dire qu'aucun pied n'est en contact avec le sol.

L'organisation articulaire retrouvée lors de la phase d'appui s'effectue durant la phase de suspension [17]. Elle est permise par les différentes articulations du membre inférieur. En effet, le degré d'abduction et d'adduction de hanche va déterminer l'écartement des appuis par rapport à la projection du CG. La rotation de hanche va agir sur le degré d'ouverture du pied par rapport à l'axe de déplacement. En théorie, cette rotation permet la superposition ou le parallélisme entre l'axe du tibia et l'axe de déplacement. Le degré de rotation du tibia peut également avoir une influence sur l'orientation du pied par rapport à l'axe de déplacement. Enfin, le degré d'inversion ou d'éversion du pied peut modifier son inclinaison par rapport à l'axe vertical du tibia.

La **chaîne musculaire de soutien** (Figure 2), moins importante, prend le relais de la chaîne musculaire stabilisatrice pour maintenir l'orientation des articulations et l'axe de déplacement.

Cette phase aérienne peut être divisée en deux parties distinctes : un épisode d'avancement du membre inférieur libre et un épisode de descente du membre vers le sol, avant la pose du pied [12].

1.1.1.2.1. L'avancement

Cette **phase d'élan** débute par une phase transitoire de flottement qui se termine lorsque le membre inférieur controlatéral rentre en contact avec le sol. Les muscles abducteurs de hanche du membre en appui sont alors sollicités afin de stabiliser le bassin [13].

Se poursuit ensuite un avancement rapide du membre oscillant, se caractérisant par une **rotation du bassin homolatéral** et une **flexion de hanche** [12]. Cette flexion est réalisée en grande partie par la contraction puissante du psoas en concentrique et l'activation du muscle DF. Elle provoque une insuffisance fonctionnelle active des muscles IJ, ce qui induit une flexion de genou relative. Cette dernière est contrôlée par la contraction excentrique du DF [12] qui limite également la postériorisation du tibia [18]. La rotation pelvienne augmente l'abduction de la hanche controlatérale, et induit une rotation latérale relative du membre en appui unipodal facilitant la supination [13]. Ces mouvements sont limités par la contraction stabilisatrice permanente des adducteurs de hanche.

Au milieu de la phase d'élan, le bassin est avancé par rapport à la base d'appui au sol, le corps rentre dans une **chaîne de triple flexion**. Le droit fémoral est fortement sollicité, la flexion de hanche augmente et le genou atteint parfois une flexion allant de 90° jusqu'à 130° [12]. Le muscle TA, activé dès le début de la phase, permet de maintenir une position neutre, à 90° de cheville [13].

1.1.1.2.2. La préparation de la pose du pied au sol

À ce stade, le membre inférieur oscillant freine son inertie et se rapproche de la surface de course pour initier une nouvelle phase d'appui.

Le membre inférieur opposé entre, dès le décolllement des orteils, dans une phase de suspension. Se produit alors, une **seconde période de flottement** (Figure 5) [13].

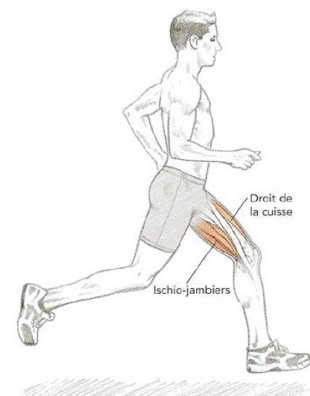


Figure 5 : Période de flottement et sollicitations musculaires avant le CI [4]

Afin de préparer le CI du pied au sol, le bassin effectue une rétroversion, la hanche accentue sa rotation latérale et se rigidifie pour appréhender l'absorption de la force d'impact. Le muscle TA se retrouve davantage sollicité, en concentrique, pour placer la cheville à environ 20° de flexion dorsale [12] et en inversion pour préparer l'appui par le bord latéral du pied. Le TS se contracte durant cette phase, pour contrôler la dorsiflexion et anticiper la phase d'amortissement [13].

Durant les derniers 20% de la phase aérienne [4], le quadriceps est sollicité, plus spécifiquement le muscle DF, afin d'amorcer l'**extension du genou** [12], qui pourra atteindre jusqu'à 10° de l'extension complète (*Figure 5*). Durant ce mouvement, les IJ et les muscles extenseurs de hanche jouent un rôle excentrique important, pour éviter l'hyper-extension de genou lors du CI [12,18].

Enfin, les adducteurs conservent leur rôle de stabilisateur du membre inférieur et, par une contraction concentrique, rapprochent le fémur et donc le pied de la ligne médiane de progression [13].

Le pied rentre ensuite en contact avec le sol et un nouveau cycle composé des phases précédemment décrites, se répète [13].

1.1.2. Les différents appuis du pied au sol

1.1.2.1. Appui transversal

Lors du CI, la cheville réalise, grâce à l'articulation sub-talaire, des mouvements dans un plan transversal [19], responsables des variations possibles de la position de l'arrière-pied [15]. Ces variations définissent une partie des **préférences naturelles** du coureur. Elles sont déterminées par la mesure de l'angle entre l'axe du tibia et l'axe de l'arrière-pied [15] (*Figure 6*).

On distingue trois profils de sportif :

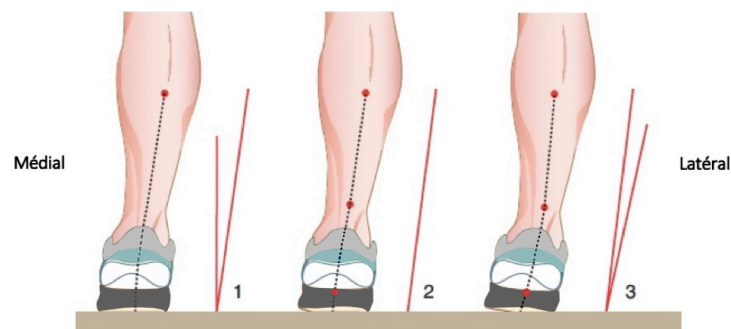


Figure 6 : Différentes appuis transversaux du pied [15]

- **Le coureur pronateur (1)** : lors de l'attaque du pied, son arche plantaire médiale s'affaisse et subit des pressions anormales [12]. Le déroulé du pied vers la pronation est alors plus marqué [15]. Il est possible d'objectiver latéralement, une fermeture de l'angle entre l'axe du tibia et l'axe de l'arrière-pied.
- **Le coureur neutre (2)** : il est établi que l'attaque du pied au sol se réalise par la partie antéro-externe du pied, qui réalise ensuite un léger mouvement de pronation. Le pied est posé à plat sur le sol [16], l'axe du tibia et l'axe de l'arrière-pied sont alors superposés.
- **Le coureur supinateur (3)** : son appui plantaire est plus marqué sur le bord latéral du pied, qui va connaître une diminution de son déroulé vers la pronation [15]. La pose du pied à plat, durant la phase d'appui, ne sera donc pas possible [12]. Il est possible d'observer latéralement, une augmentation de l'angle entre l'axe du tibia et l'axe de l'arrière-pied.

Ces variations d'appuis transversaux s'appliquent essentiellement aux coureurs pratiquant une **foulée taligrade**. Ces appuis plantaires antéropostérieurs vont être abordés dans la partie suivante et constituent un des principaux sujets de cette revue de littérature.

1.1.2.2. Appui antéropostérieur

Dans la course récréative, l'attaque du pied dans le sens antéropostérieur peut se faire de différentes manières, en fonction de la zone du pied qui touche le sol en premier [15] (Figure 7). Elle est déterminée lors du CI, en mesurant l'angle entre l'horizontale et la ligne reliant le talon au 5^{ème} orteil.

Une étude réalisée en 2014 [20] a démontré que cet angle d'inclinaison du pied lors de la phase d'amortissement, peut avoir une influence directe sur la force de réaction au sol.

Ces appuis dépendent des **préférences motrices naturelles** des coureurs mais peuvent différer en fonction du type de course pratiquée et du chaussage utilisé.



Figure 7 : Différentes poses antéropostérieures du pied [15]

1.1.2.2.1. Attaque arrière-pied (1)

Aussi nommée **talon-pointe** ou **rearfoot strike (RFS)** en anglais, l'attaque arrière-pied définit le contact initial du pied au sol se réalisant par le talon [16] (Figure 8). C'est actuellement, l'appui le plus fréquemment employé par les coureurs : selon les études, entre 72% et 89% des sportifs l'utilisent [21].

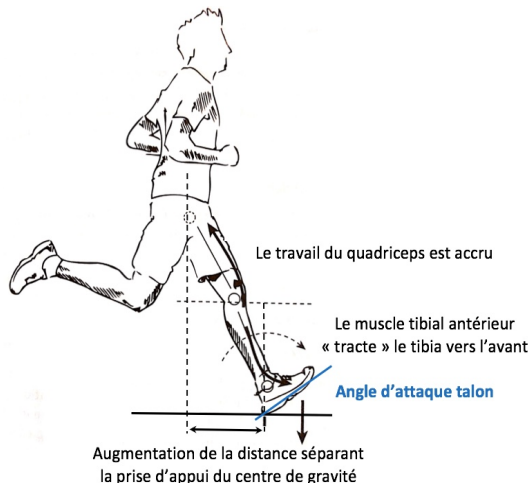


Figure 8 : Prise d'appui taligrade – schéma réalisé à partir des travaux de F. Brigaud [22]

Lors d'une prise d'appui taligrade, le membre inférieur en appui est en extension, en avant de la projection du centre de gravité. Des contraintes en flexion sont appliquées, au niveau de la hanche et du genou. Le quadriceps et le GF sont sollicités pour lutter contre ces contraintes et éviter un effondrement de l'organisation du corps [22].

La cheville est rigide en flexion dorsale, et subit des contraintes en flexion plantaire, ce qui implique une activité musculaire importante du TA en excentrique [21]. En revanche, lors de ce type d'appui, le muscle TS n'est pas sollicité. Par conséquent, il y a **moins d'énergie élastique restituée** durant le mouvement puisque les tendons ne sont pas en capacité d'en accumuler [22].

L'onde de choc subie durant l'amortissement se propage à travers le corps mais n'est pas transformée en énergie [12]. Courir sur les talons semble donc **consommateur en énergie** et **traumatique** pour les articulations [23]. Pour ces différentes raisons, ces derniers temps, les coureurs RFS ont fortement été incités à modifier leur style [24].

Malgré cela, cet appui reste le plus répandu de nos jours. Cela peut s'expliquer par le développement de la chaussure avec un talon amortissant réduisant le besoin de flexion dorsale de cheville [12].

Désormais, des études ayant mis en évidence les inconvénients de l'utilisation d'une chaussure maximaliste, la tendance revient peu à peu à la chaussure minimaliste permettant un meilleur travail proprioceptif du pied [23].

1.1.2.2.2. Attaque médio-pied (2) et avant-pied (3)

Les coureurs utilisant des chaussures minimalistes, proches de la course pieds nus, ont généralement un appui plantaire en avant de l'articulation de la cheville [12,25].

L'abord médio-plantaire ou **pied à plat**, également appelé **midfoot strike** (MFS) en anglais, correspond au contact synchrone des métatarses et du talon au sol. Environ 15% des coureurs l'utilise, c'est donc le plus fréquemment rencontré après l'appui taligrade [16].

L'appui avant-pied, nommé **forefoot strike** (FFS) en anglais, est utilisé par seulement 5% des coureurs et se réalise avec un contact préliminaire des orteils et de la tête des métatarses au sol [16] (Figure 9).

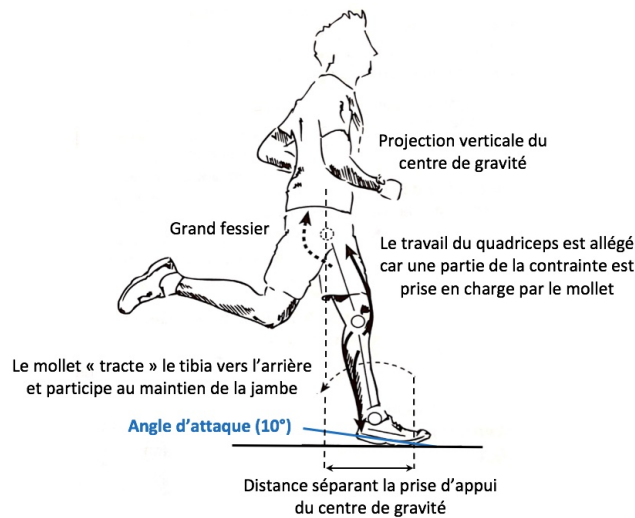


Figure 9 : Prise d'appui avant-pied – schéma réalisé à partir des travaux de F. Brigaud [22]

En raison de leurs biomécaniques articulaires et musculaires semblables et de leur faible récurrence dans la population des coureurs, ces types d'appui sont généralement regroupés [25].

Ils sont responsables des contraintes en flexion appliquées à l'articulation de la hanche, du genou et de la cheville. Respectivement, le muscle GF, le Quadriceps et le TS se contractent en synergie pour maintenir cette position érigée [22].

Lors du CI, le pied est peu éloigné de la projection du centre de gravité au sol. La flexion de genou est maintenue puisqu'elle intervient dans l'amortissement de l'impact. Le muscle soléaire et les IJ ont pour rôle de contrôler la chute en avant du tibia [23].

La cheville est souple et positionnée à divers degrés de flexion plantaire selon le type d'appui [12]. Les muscles fléchisseurs plantaires sont donc fortement sollicités alors que le recrutement des fléchisseurs dorsaux comme le muscle TA, est diminué [26]. Le TS est activé avant la phase d'appui. La mise en tension précoce de ses tendons majore leur capacité de **stockage énergétique** [25]. C'est également le cas de l'aponévrose plantaire qui est mise en tension, lors du CI, par une extension des orteils [26]. Ce type d'attaque est donc responsable d'une augmentation de la tension des tissus plantaires et des contraintes au niveau des os métatarsiens [26]. Le TS permet de stabiliser la cheville [25] et se contracte en excentrique pour contrôler la flexion dorsale [21]. Il possède un rôle essentiel **d'amortisseur musculaire** de l'impact au sol et dissipe son onde de choc. Le tendon d'Achille et l'aponévrose plantaire, mis en tension, stockent l'énergie élastique ainsi produite lors de l'impact et pourront la libérer lors de la phase de propulsion [22].

Ainsi, les coureurs connaissent un faible déplacement de leur CG, une augmentation de la force musculaire sollicitée et des amplitudes articulaires mobilisées, contribuant à réduire l'impact au sol [26]. Ces appuis sembleraient donc plus adaptés lors de cette phase, car moins traumatisants pour les articulations, et plus économes en énergie.

1.1.3. Les différents schémas de course : un concept Volodalen®

La méthode Volodalen® s'appuie sur des observations subjectives [10] et une échelle de classification validée [27] (*annexe 1*), pour soutenir l'existence de deux processus naturels d'optimisation de la biomécanique de course : **aérien** et **terrien**.

1.1.3.1. Terrien : courir à l'horizontale

Se nomme « **terriens** », les coureurs qui ont une capacité mécanique à générer des forces durant une longue période.

La foulée terrienne est horizontale et ancrée dans le sol. Le contact du pied au sol se fait en avant du CG, en dorsiflexion de cheville, avec une attaque au sol de l'arrière-pied et une activation des muscles antérieurs notamment du TA [8]. Le temps de contact au sol est donc plus long, induisant une grande compression des articulations, et générant une force utilisée pour propulser le corps vers l'avant [28]. Les terriens favorisent l'avancement du bassin sur l'appui plutôt que l'élévation du CG [8].

Ils réduisent ainsi leur dépense énergétique en minimisant les oscillations verticales et leur temps de course en suspension [10].

1.1.3.2. Aérien : courir à la verticale

Les coureurs dit « **aériens** » ont une durée de course en suspension augmentée [10]. Leur démarche de course est caractérisée par une activation des muscles postérieurs [8], un déplacement vertical important du centre de masse [10] et un contact du pied au sol, près du centre de masse, en flexion plantaire de cheville avec un appui du médio-pied. La co-activation des muscles agonistes et antagonistes permet un fonctionnement optimal du cycle d'étirement-raccourcissement [28].

L'efficacité de ce cycle repose sur [10] :

- Le **stockage de l'énergie élastique** par la voûte plantaire et le tendon d'Achille.
- La **libération de cette énergie stockée**, lors de la réaction à l'appui.

Ce schéma de course, à rebond vertical, permet de récupérer l'énergie dépensée contre la pesanteur [28].

1.2. Préférences motrices ou gait retraining : lequel privilégier ?

1.2.1. Les préférences motrices : une approche Volodalen® et ActionTypes®

Toutes les particularités vues précédemment définissent l'unicité d'un individu.

Pendant des décennies, le geste sportif était standardisé, académique. Pourtant, le mouvement « **naturel** » correspond à une réponse motrice du corps, transformant une intention en action [29]. Courir est un mouvement **inné**. Il dépend du patrimoine génétique et des caractéristiques propres à chaque individu : âge, sexe, morphologie...

Désormais, la société porte un fort intérêt dans l'étude de l'**unicité** des modèles de marche, examinée à partir de bases cinétiques et cinématiques [30,31].

D'après Katherine Benziger et d'autres chercheurs en neurosciences, l'étude des profils psychologiques permet de comprendre la motricité de chaque individu : c'est la **neurotypologie** [32].

A l'aide de ces travaux, R.Hippolyte et B.Théraulaz, ont développé une méthode de diagnostic des profils à partir de la motricité : il s'agit de l'approche **ActionTypes®** [32]. Selon elle, chaque individu présente une démarche qui lui est propre, résultat de ses préférences mentales et motrices et de son expérience personnelle [29].

Associé ou dissocié, vertical ou horizontal, marche par le haut ou marche par le bas, dans l'axe ou hors de l'axe, vision périphérique ou centrale... L'ensemble de ces caractéristiques définit la **signature motrice, énergétique et cognitive** de notre personnalité.

Ainsi, les préférences naturelles soulignent les besoins propres à chaque personne. Cela implique qu'un individu serait plus efficace et économe dans son schéma naturel pour réaliser une même tâche motrice [8]. Cette approche s'oppose aux propos de F. Brigaud qui préconise une foulée unique, ce qui imposerait dans certains cas une modification du pattern de course.

Mais, la préférence naturelle est-elle la plus adaptée dans le traitement des blessures de course ?

1.2.2. Le gait retraining

Traduit par le réentraînement à la course, le « **gait retraining** » (GR) est une intervention thérapeutique répétitive visant à modifier ou à corriger, par le biais d'un apprentissage, un paramètre biomécanique pouvant contribuer à la survenue de blessures.

Cette technique pourrait permettre, au moyen d'un feedback visuel ou auditif, de réduire le stress appliqué sur le corps ou d'en modifier sa répartition. Par conséquent, elle pourrait avoir un impact sur l'incidence et la symptomatologie des blessures [33].

Plusieurs études ont porté sur cette intervention : une revue de Napier et al. [34] a démontré que de nombreux paramètres (cinématiques, cinétiques, spatio-temporel) peuvent être modifiés, en fonction de la méthode employée. Cela a également été confirmé par Roper et al. [35] qui, au moyen d'un retour visuel en temps réel, ont analysé l'amélioration de certains paramètres cinématiques de course. Une autre étude a établi que le GR peut permettre de réduire la charge d'impact, soupçonnée d'avoir un rôle dans la survenue de nombreuses pathologies [35,36].

Cette revue analysera particulièrement l'intérêt thérapeutique de deux réentraînements à la course :

- **La modification du schéma de pose du pied** : cela concerne uniquement la pose antéro-postérieure du pied lors du CI. L'intervention étudiée dans le cadre de pathologie de genou est généralement une transition de l'attaque arrière-pied à l'attaque avant-pied et peut être réalisée au moyen d'un feedback visuel et/ou auditif.
- **La modification de la cadence de course** : elle consiste à modifier, au moyen d'un feedback, le nombre de pas réalisés par le coureur en une minute. Elle peut aussi être modifiée par la manipulation de la longueur du pas [37]. Une augmentation de la cadence est généralement recherchée. Elle pourrait permettre d'atténuer l'impact subi par les articulations mais pourrait également avoir une incidence sur le schéma de pose du pied [38].

Néanmoins, cela soulève certaines interrogations : les techniques énoncées permettent-elles de diminuer la symptomatologie ou est-il préférable de s'attarder sur les facteurs relatifs à l'entraînement ? La partie suivante développera cet axe de réflexion.

1.3. Quantification du Stress Mécanique

1.3.1. Le stress mécanique : définition et types

En physique, la contrainte est « une force par unité de surface » [39]. Elle correspond aux **forces de résistances**, propres à une personne, qui agissent lorsque des forces externes lui sont appliquées. Ainsi, sous l'effet d'un stress extérieur, le corps et les tissus musculo-squelettiques luttent et s'adaptent [40].

Cette contrainte mécanique peut se manifester sous différentes formes en fonction de la direction de la force extérieure appliquée sur le corps.

Nous pouvons les classer en [39]:

- **Contraintes de compression** : elles se produisent lorsque deux forces extérieures égales s'opposent et se repoussent. Elles s'appliquent perpendiculairement et vers l'intérieur de la structure sur laquelle elles agissent.
- **Contraintes de traction** : elles se produisent lorsque des forces extérieures égales s'opposent. Elles s'appliquent également de manière perpendiculaire, mais, vers l'extérieur de la structure sur laquelle elles agissent.
- **Contraintes en cisaillement** : elles correspondent à une force de friction tangentielle à la surface d'une structure et se produisent lorsque deux forces égales s'opposent sur une ligne différente.

1.3.2. Les effets du stress mécanique sur le corps humain

Chez tous les organismes vivants, le corps qui réalise une action contre la pesanteur est soumis en permanence à un **stress mécanique**. Il est caractérisé par sa fréquence, son intensité, sa durée d'application et dépend de facteurs propres à chaque individu (discipline sportive, poids [41] etc).

Ces contraintes mécaniques et physiologiques, appliquées aux tissus musculo-squelettiques, induisent une modification de leurs propriétés tensionnelles, morphologiques, fonctionnelles, etc. Elles s'effectuent à divers niveaux (cellulaires, tissulaires...) et permettent une réponse adaptée à l'environnement dans lequel le corps évolue, de manière temporaire ou durable [40,41]. Ces réponses s'effectuent par le biais d'un processus de **mécano-transduction**. Les facteurs de stress vont stimuler des cellules qui convertissent l'énergie mécanique perçue en signaux chimiques. Ceux-ci, vont modifier l'équilibre entre les voies **anaboliques** et **cataboliques**, favorisant la synthèse ou la dégradation de certains composants [42].

En condition physiologique, l'homéostasie tissulaire décrite en 2005 par Scott Dye, est maintenue par un équilibre entre l'anabolisme et le catabolisme [43]. En revanche, dans certaines conditions où un stress mécanique extrême est appliqué, un déséquilibre peut se créer et conduire à la pathogénèse des structures concernées. Cela peut se traduire par une production limitée des composants ou par leur dégradation excessive [41].

Ainsi, au niveau du corps humain, tous les systèmes sont concernés par ces mécanismes d'adaptation. Sur le système **osseux**, ces stimuli peuvent être anabolisants [44] ou avoir, d'après une étude de S.Priman, des effets néfastes sur les ostéoblastes [45].

Les adaptations **musculaires** ont fait l'objet de nombreuses études puisqu'elles sembleraient être, d'après une étude de 2017, plus sensibles au stress appliqué. Ces modifications adaptatives remarquables peuvent concerner la longueur du muscle, son hypertrophie [40,42] etc.

Il en est de même pour les autres tissus mous, notamment les propriétés **articulaires**, qui ont été étudiées par El Hayek et al. Il a été observé in vivo, qu'un stress mécanique modéré est physiologique alors qu'un stress d'intensité et de fréquence élevée peut être à l'origine de certaines pathologies [41].

1.3.3. Une approche La Clinique du Coureur¹

La course à pied est responsable d'importantes mises en contrainte de certains sites anatomiques exposés. Ces contraintes, sous forme d'impacts, dépendent de divers facteurs (distance parcourue, fréquence, cadence et intensité [8]) et sont le résultat de forces de torsion, de compression... [46].

Les sites soumis à ces divers facteurs [40], sont plus facilement fragilisés ou lésés, ce qui peut expliquer le nombre important de blessures retrouvé dans certains sports [8,46]. Cette notion de contrainte mécanique semble ainsi capitale en rééducation, par son rôle dans l'incidence des blessures.

1.3.3.1. Application à la Masso-kinésithérapie

D'après Blaise Dubois, 80% des blessures des coureurs sont la conséquence d'une sur-sollicitation des tissus musculo-squelettiques [8]. Malgré cela, il est pourtant primordial, en tant que masseur-kinésithérapeute, de promouvoir l'activité physique, compte tenu de ses bénéfices métaboliques [44].

D'après une étude de Baar et al., à un niveau de stress mécanique convenable, le métabolisme est optimisé et permet une amélioration des performances, de l'endurance [47] etc. Jill Cook insiste sur l'importance de l'application, en rééducation, d'un stress mécanique suffisant pour permettre la reconstruction de certains tissus lésés [48]. Dans le cas où le stress mécanique appliqué sur le corps est insuffisant, certains composants organiques sont moins synthétisés, ce qui peut induire une désadaptation fonctionnelle du corps, responsable de douleurs, de limitations d'activités [8] etc.

La rééducation comme l'entraînement sportif doivent, par conséquent, être **adaptés à l'individu**, pour permettre un équilibre entre activité et récupération, prévenant la fatigue des tissus et donc le risque de blessure [44]. Tout demeure dans le **bon dosage** de la quantité de stress imposée au corps.

D'après *La Clinique du Coureur* [8], « *Le corps s'adapte dans la mesure où le stress appliqué n'est pas plus grand que sa capacité d'adaptation* » (Figure 11).

Suivant cette approche, le traitement réside dans la planification de l'entraînement et la quantification des contraintes mécaniques à appliquer lors du retour au sport [8].

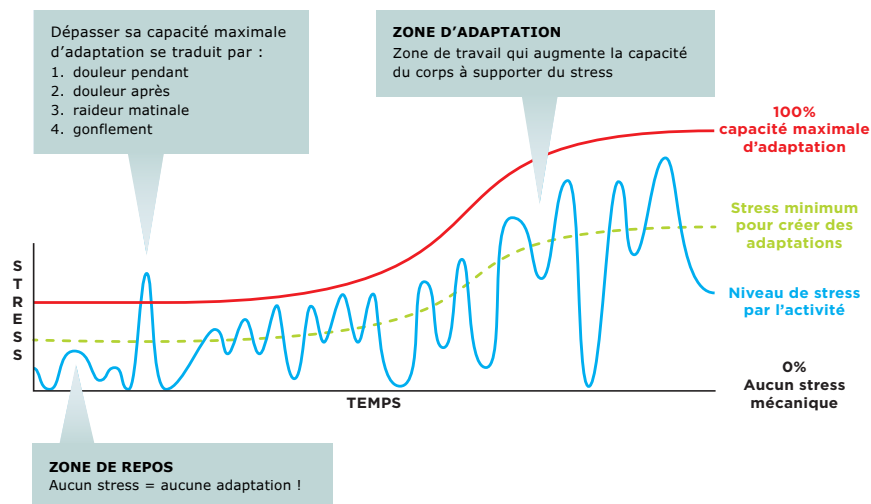


Figure 10 : Schéma représentant la quantification du stress mécanique [8]

Pour d'autres auteurs, les blessures sont surtout dues aux contraintes mécaniques induites par des modifications cinématiques. Selon eux, la solution serait de réduire et de contrôler ces contraintes, en adaptant le matériel et la technique de course utilisés. Leur raisonnement repose également sur cette notion de régulation du stress, mais par le biais d'un GR et non par la gestion des paramètres de l'entraînement [49], qui sera abordée dans la partie suivante.

¹ <https://lacliniqueducoureur.com/>

1.3.3.2. Système de quantification du stress et charge d'entraînement

Le stress subit par le coureur lors de son entraînement est influencé par de nombreux facteurs.

Le volume et la distance de course sont communément définis comme étant des **facteurs mécaniques externes** impactant les tissus musculo-squelettiques. Parallèlement, la fréquence cardiaque, le taux de lactate sanguin et la fatigue sont des exemples de **facteurs biochimiques internes, physiologiques et psychologiques** [50,51].

Le nombre important de facteurs impliqués ne permet pas de quantifier précisément le stress appliqué lors de l'entraînement. Pourtant, l'enjeu demeure dans sa régulation pour obtenir un équilibre, bénéfique pour le sportif, améliorant ses performances tout en prévenant la survenue des blessures [40].

Selon une étude de Gabbett et al. [52], la **charge d'entraînement** est un moyen de réguler le stress. Elle doit être rigoureusement et régulièrement mesurée et prendre idéalement en compte dans son suivi, les charges internes et externes. L'**auto-évaluation de l'effort perçu** permettrait de surveiller cette charge, au moyen d'une mesure obtenue à l'aide de l'échelle CR-10 de Borg [53]. Le **bien-être** des athlètes étudié par des mesures subjectives (humeur, stress, plainte, douleur...) constituerait également un facteur permettant de guider l'entraînement [54].

Ainsi, la considération d'un facteur unique est insuffisante pour quantifier le stress lié à l'entraînement. Il paraît donc important d'associer plusieurs approches, pour appréhender de manière optimale les blessures, développées dans la partie suivante [50].

1.4. Blessures liées à la course à pied

1.4.1. Généralités

1.4.1.1. Définition des blessures en course à pied

Un consensus d'expert a été réalisé en 2015 pour élaborer une définition concernant les blessures liées à la course à pied chez les sportifs récréatifs. Parmi les participants de l'étude, 80,7% ont approuvé la définition suivante qui fait maintenant office de référence [55]:

« Douleur musculo-squelettique des membres inférieurs liée à la course (à l'entraînement ou en compétition) qui entraîne une restriction ou un arrêt de la course (distance, vitesse, durée ou entraînement) pendant au moins sept jours ou trois séances d'entraînement consécutives programmées, ou qui oblige le coureur à consulter un médecin ou un autre professionnel de santé ».

1.4.1.2. Mécanismes d'apparition des pathologies

Les blessures aiguës survenues à la suite d'un traumatisme sont peu fréquentes en course à pied et par conséquent, peu étudiées dans la littérature scientifique. Il s'agit généralement d'entorses latérales de cheville ou de lésions myo-aponévrotiques des IJ ou du TS par exemple [8,56].

La majorité des blessures liées à la course à pied sont la conséquence d'un surmenage prolongé des structures musculo-squelettiques, responsables des microtraumatismes répétés [57].

Les tissus sur-sollicités ne sont plus en mesure de s'adapter face aux contraintes extrêmes appliquées. Ces diverses pathologies de sur-sollicitation, citées dans la partie suivante, résultent donc d'un déséquilibre entre dégénérescence et régénération tissulaire [8].

1.4.1.3. Épidémiologie et localisation

Une revue de 2019 [58] concernant les coureurs récréatifs (> 800 m et < 42km), a classé par ordre d'importance les sites anatomiques les plus fréquemment concernés par ces pathologies de surcharge:

- **Le genou** (28%)
- **La cheville et le pied** (26%)
- **La jambe** (16%)

D'après cette méta-analyse s'appuyant sur la définition consensuelle ci-dessus [55], le **syndrome douloureux fémoro-patellaire** (SDFP) est la pathologie la plus fréquente (17%) dans cette population de coureur. Une autre revue publiée en 2021 [59], confirme que le SDFP fait partie des pathologies ayant l'incidence la plus élevée (6,3 %). Il fera donc l'objet d'une étude développée dans cette revue.

1.4.2. Le Syndrome Douloureux Fémoro-Patellaire

1.4.2.1. Terminologie

Lors d'un consensus international de recherche tenu en 2016, deux termes ont été suggérés pour qualifier cette affection [63] :

- **La douleur fémoro-patellaire** : très fréquemment utilisé, ce terme ne tient pas compte des probables affections articulaires non-douloureuses et des symptômes pouvant y être associés.
- **L'arthropathie fémoro-patellaire** : ce terme a été proposé du fait que la douleur fémoro-patellaire pourrait être un symptôme de maladie articulaire. Cependant, il a été jugé comme potentiellement inadéquat car, aucun lien intangible n'a été mis en évidence entre le processus pathologique et la survenue de la douleur. De plus, cela pourrait déplacer le diagnostic clinique vers un diagnostic radiographique.

La dénomination « douleur fémoro-patellaire » reste la favorite et est associée à d'autres expressions telles que le syndrome douloureux fémoro-patellaire, la chondromaladie patellaire, la douleur antérieure du genou ou encore le genou du coureur.

1.4.2.2. Définition

Il s'agit d'une affection musculo-squelettique se manifestant par l'apparition progressive ou aiguë, d'une **douleur antérieure du genou**, rétro-patellaire et/ou péri-patellaire [60,62].

Elle est exacerbée lors d'activités en charge sur un genou en flexion, provoquant un stress sur l'articulation fémoro-patellaire (s'accroupir, monter ou descendre les escaliers, sauter, courir, la position assise prolongée par exemple) et limitant souvent la pratique d'activités sportives, physiques et professionnelles [63].

1.4.2.3. Épidémiologie

Les douleurs fémoro-patellaires sont fréquemment rapportées chez les **jeunes adultes actifs** [60,64] et chez les **adolescents**, avec une prévalence de **7 à 28 %** et une incidence de **9,2 %**.

Indépendamment de l'âge, le sexe de l'individu a également un impact sur l'apparition de cette affection. Son incidence annuelle est de **6,5%** pour les **femmes** contre **3,8%** pour les **hommes**. Deux fois plus de femmes que d'homme semblent donc être concernées [60].

Le SDFP est également fréquemment retrouvé chez les sportifs amateurs et représente entre **16 et 25%** des blessures chez les coureurs à pied.

Il représente à lui seul, entre **25 et 40%** des pathologies de genou en médecine du sport [65].

1.4.2.4. Anatomie et biomécanique

L'articulation fémoro-patellaire, responsable de ces douleurs, se compose d'un os sésamoïde, la patella, et de la trochlée fémorale [65].

La patella protège le genou lors des traumatismes et joue un rôle majeur dans l'extension et la décélération du genou. Lors de l'extension, elle sert de bras de levier en centralisant la force du quadriceps avant sa transmission au tendon patellaire.

Lorsque l'extension est acquise, aucune charge ne lui est appliquée. Ce n'est qu'à partir de 30° de flexion, que l'engagement dans la trochlée fémorale débute. Entre 30° et 60° de flexion, le contact fémoro-patellaire se poursuit dans sa partie moyenne. Enfin, à partir de 90° de flexion, la charge compressive se répartit sur toute la facette patellaire. La patella a alors pour rôle de faciliter la distribution des forces au niveau fémoro-patellaire. Ainsi, selon le mouvement réalisé, la force compressive appliquée à l'articulation varie [65,66].

De nombreuses autres structures interviennent lors de ces mouvements pour assurer la stabilité de l'articulation et contrôler les mouvements de la patella [66] (*Figure 12*):

→ Structures statiques :

- La capsule articulaire
- La trochlée fémorale
- Les rétinaculum
- Les ligaments fémoro-patellaires
- Le ligament ménisco-patellaire médial
- Le ligament tibio-patellaire médial

→ Structures dynamiques :

- Le tendon patellaire et quadricipal
- Le vaste médial oblique et longitudinal
- Le vaste latéral
- La bandelette ilio-tibial

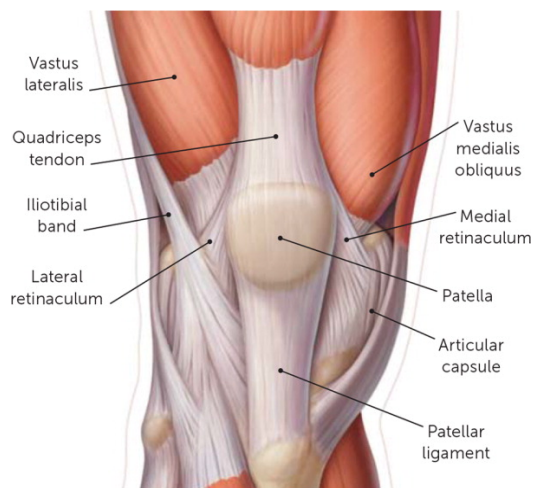


Figure 11 : Structures stabilisatrices du genou droit, vue antérieure [66].

Un déséquilibre entre ces structures stabilisatrices peut perturber la distribution des forces à divers niveaux et par conséquent, la **biomécanique patellaire** [65].

1.4.2.1. Étiologie

Malgré la précision des signes cliniques, la pathogenèse du SDFP reste encore peu comprise.

Souvent, son développement est lié à de multiples facteurs proximaux, distaux ou locaux qui modifient ou augmentent les contraintes appliquées sur l'articulation fémoro-patellaire [62].

De nombreuses études décrivent la combinaison d'une suractivité sportive [67], d'un alignement anormal et d'un déséquilibre de force musculaire, des membres inférieurs, comme des facteurs pouvant contribuer à l'émergence de l'affection [64].

L'alignement anormal des membres inférieurs se manifeste par une augmentation de l'angle Q (entre le tendon patellaire et l'axe de la cuisse) en position d'appui, un genu valgum et un tibia varum. Le déséquilibre de force musculaire est décelable par la perte de volume et de force ainsi qu'un retard d'activation du vaste médial, une faiblesse des abducteurs et des rotateurs externes de la hanche. Ce déséquilibre peut sur-solliciter l'activité quadricipitale et exacerber la compression au niveau de l'articulation fémoro-patellaire [64].

1.4.2.2. Diagnostic clinique et différentiel

A ce jour, l'anamnèse et l'examen clinique sont fondamentaux pour le diagnostic de la douleur fémoro-patellaire. Bien qu'il n'existe actuellement aucune recommandation consensuelle sur les tests à réaliser, la reproduction d'une **douleur rétro-patellaire** ou **péri-patellaire** lors d'une manœuvre **d'accroupissement** semble être le meilleur indicateur diagnostique disponible. C'est également le cas pour les tâches fonctionnelles telles que monter les escaliers ou s'asseoir avec les genoux fléchis [60,62].

En présence d'une douleur antérieure de genou, des tests patellaires spécifiques, peuvent être réalisés pour objectiver la mobilité et la congruence fémoro-patellaire [60,65] (*annexe 2*) :

- Le glide test ou test de mobilité patellaire
- Le signe du rabot
- Le tilt patellaire
- Le test de Zholen ou ascension contrariée de la patella

Le **bilan visuel** peut révéler une asymétrie quadricipitale, une pronation excessive des pieds ou une altération de la biomécanique lors de certains mouvements fonctionnels [65].

L'**examen palpatoire** peut identifier la position exacte du site douloureux et une éventuelle sensibilité des facettes patellaires [60]. Il permet d'évaluer la présence d'un épanchement intra-articulaire et la tonicité musculaire du quadriceps notamment [65]. Des sensations de grincement ou de crépitation peuvent également être identifiées.

Concernant le **bilan musculaire**, la réalisation d'un squat unipodal peut être un moyen efficace de mettre en évidence un déficit de force des abducteurs et des rotateurs externes de hanche. Une faiblesse du quadriceps est également généralement retrouvée [62]. Enfin, l'analyse de la biomécanique patellaire pourrait permettre d'identifier un déséquilibre des stabilisateurs [65].

Malgré ce bilan clinique, le diagnostic de la douleur fémoro-patellaire ne peut être posé qu'après l'exclusion d'autres causes possibles comme, des lésions intra-articulaires (atteinte d'un ménisque ou d'un ligament), péri-articulaires (tendinopathie quadricipitale, syndrome du tenseur du fascia lata) ou articulaire (fracture de fatigue, arthrose fémoro-patellaire) [64,68]. L'ensemble des **diagnostics différentiels** possibles, est disponible en *annexe 3*.

1.4.2.3. Facteurs de risques

De nombreux facteurs étudiés dans la littérature, semblent pouvoir modifier les contraintes appliquées sur l'articulation fémoro-patellaire, altérer sa biomécanique et ainsi contribuer au développement d'un SDFP [65,68].

Ils sont généralement classés en deux catégories, les **facteurs intrinsèques**, les plus fréquents et les **facteurs extrinsèques**. Dans cette revue, ils sont répertoriés dans le tableau ci-dessous, comme des facteurs modifiables ou non par le masseur-kinésithérapeute :

Facteurs de risque non modifiables	Facteurs de risque modifiables
<ul style="list-style-type: none">• Sexe féminin• Anomalies anatomiques (dysplasie patellaire ou trochléenne, hyper-mobilité patellaire, éversion de l'arrière-pied, chute du naviculaire, torsion tibiale, épaisseur anormale du cartilage...)• Antécédent de traumatisme ou de chirurgie• Défaut d'alignement des membres inférieurs	<ul style="list-style-type: none">• Spécialisation sportive• Augmentation accrue de l'activité pratiquée• Équipement utilisé (chaussures, surfaces...)• Faiblesse musculaire et hypotrophie (ABD de hanche, quadriceps)• Hypo-extensibilité (quadriceps, IJ, TFL ou TS)• Rétinaculum patellaire latéral rétracté• État psychologique

Tableau 1 : Facteurs de risque du syndrome douloureux fémoro-patellaire [64–66,68,69]

La présence d'un valgus statique ou dynamique de genou peut augmenter la force appliquée latéralement sur la patella. Certaines anomalies du pied, entraînant une rotation interne du tibia peuvent contribuer à ce valgus [66]. Par ailleurs, outre la faiblesse musculaire du quadriceps, un retard d'activation neuromusculaire entre le vaste médial et le vaste latéral peut entraîner une traction patellaire latérale anormale, augmentant les contraintes sur la facette patellaire médiale [68].

Enfin, la diminution de l'angle maximal de flexion du genou lors de l'atterrissage d'un saut, paraît également être un facteur de risque potentiel [64].

1.5. Objectifs de cette revue de littérature et question PICO

Depuis plusieurs décennies, de nombreuses évolutions ont vu le jour : de la chaussure maximaliste à la chaussure minimaliste, de la course arrière-pied, à la course avant-pied jusqu'aux préférences motrices, les pensées ont peu à peu évolué. Malgré cela, face à la grande variété des problématiques rencontrées et l'inconstance des divers facteurs pouvant les provoquer, de nombreuses zones d'incertitude persistent en rééducation.

La modernisation matérielle de la discipline et les recherches biomécaniques effectuées sont encore associées à une prévalence élevée des blessures liées à la course à pied. L'entraînement pourrait être responsable de ce taux de blessures encore élevé, mais le manque de définitions standardisées et de preuves significatives, n'ont pas encore permis d'identifier véritablement, la ou les variable(s) responsables de ces lésions.

À l'ère de l'Evidence-Based Practice, il semble donc légitime de vouloir se renseigner. Les éléments ainsi mis en évidence conduisent au questionnement suivant :

L'éducation ou le réentraînement à la course :

Quel traitement privilégier pour améliorer les douleurs et la capacité fonctionnelle des coureurs récréatifs souffrant d'un syndrome douloureux fémoro-patellaire ?

Les objectifs de cette revue de littérature seront :

- D'étudier l'intérêt d'un réentraînement à la course
- D'étudier l'intérêt de l'éducation, visant à gérer la charge de l'entraînement
- De comparer l'utilité thérapeutique de ces deux interventions
- De conclure sur laquelle des interventions est à privilégier dans le traitement du SDFP

1.6. Hypothèse

Le tableau ci-dessous, s'appuie sur diverses théories étiologiques de la course et regroupe de manière non-exhaustive des arguments en faveur et en défaveur aux deux interventions.

Arguments pour	Arguments contre
L'éducation, la planification de l'entraînement	
Doser le stress mécanique pour maintenir l'équilibre entre anabolisme et catabolisme [50,45]	Réduire ou contrôler le stress mécanique en adaptant la technique de course [49]
La modification de certains paramètres de course peut contribuer à traiter les blessures [8].	La pathogénèse du SDFP est incomprise et de multiples facteurs de risques sont impliqués.

Le réentraînement à la course	
Selon F.Brigaud [22], la foulée FFS est idéale pour diminuer les contraintes articulaires appliquées.	D'après le laboratoire Volodalen [10], les préférences motrices naturelles soulignent les besoins propres à chaque personne.
Le GR pourrait atténuer la charge d'impact articulaire, corrélée à certaines pathologies [35,36].	

Tableau 2 : Résumé des arguments théoriques exposés, concernant les interventions étudiées

Compte tenu des particularités biomécaniques des schémas de pose du pied décrites en introduction, les recherches effectuées concernant le SDFP ne seront sans doute pas extrapolables à l'ensemble des blessures liées à la course à pied, en fonction de leur localisation anatomique.

Ainsi, il est probable que la transition vers une foulée avant-pied permette de réduire le stress appliqué à l'articulation fémoro-patellaire et les douleurs antérieures de genou. Une transition peu progressive en revanche, pourrait avoir un impact, non attendu, sur une autre zone du corps.

Les nombreux questionnements au sujet d'une biomécanique idéale d'attaque du pied au sol, n'ont pour l'instant, pas permis de réduire considérablement le taux de blessures. Cela pourrait laisser supposer qu'il ne s'agit pas d'un axe de travail pleinement efficace. Il pourrait donc être astucieux de s'attarder plus longuement sur l'éducation à la course.

1.7. Enjeux et pertinence de cette revue de littérature

La variété des courants de pensée quant à la prise en charge des coureurs, énoncée dans cette introduction, relate l'importance d'éclaircir certains points. C'est là tout l'intérêt de cette revue de littérature qui va, pour cela, s'appuyer sur les données issues de la littérature scientifique.

Le masseur-kinésithérapeute joue un rôle à part-entière dans l'éducation, la rééducation et la réathlétisation des sportifs blessés. Entouré de diverses professions sportives, il se doit, en tant que professionnel de santé, de rester informé des évolutions scientifiques pour fournir des conseils éclairés et proposer des exercices pertinents et efficaces. Cette expertise permet de limiter l'errance thérapeutique pouvant reculer le retour à l'activité.

2. Méthode

Les différentes interrogations posées et expériences vécues, au cours de ma formation clinique dans le domaine du sport, ont abouti à de nombreuses investigations, parfois laissées sans réponse.

Des recherches préliminaires basées sur la littérature grise et sur différentes bases de données scientifiques ont permis de constituer une question sous forme de PICOS qui va faire l'objet d'un développement dans la partie suivante.

2.1. Critères d'éligibilité des études pour cette revue

2.1.1. Schéma d'étude

Cette question thérapeutique s'intéresse à l'efficacité de **l'éducation** et du **réentraînement à la course**.

Les études seront sélectionnées en s'appuyant sur les recommandations réalisées par la Haute Autorité de Santé² (*annexe 4*) qui a classé les études selon leur niveau de preuve :

- Essais comparatifs randomisés
- Études de cohortes
- Études cas-témoins
- Études rétrospectives
- Séries de cas
- Études descriptives, transversale ou longitudinale

Dans la mesure du possible, il sera préférable d'inclure pour cette revue **thérapeutique**, des études fondées sur une preuve scientifique, telles que les essais comparatifs randomisés ou essais cliniques randomisés (ECR) de forte puissance [70]. Des études de faible puissance fondées sur une présomption scientifique [71] pourront également être incluses. Néanmoins, les conférences, les consensus d'experts et les revues de littérature seront exclus [71].

Les études en français et en anglais pourront être incluses. Elles devront être publiées entre 2011 et 2022 pour prendre en compte uniquement les données publiées récemment, sur cette thématique.

2.1.2. Population et pathologie

La population ciblée dans cette revue de littérature concernera les **coureurs récréatifs**, définis selon une étude de 2020 [72] comme des personnes ayant plus de trois mois d'expérience en course à pied. Selon une étude de 2015 [73], il s'agit de coureurs non-compétitifs et participant de manière régulière à des courses sur route d'une distance inférieure à 10 km.

Le choix de cette population s'appuie sur des études [72,74] démontrant que le risque de développer certaines pathologies en course à pied est plus élevé chez les coureurs récréatifs de **courte distance**, que dans une population d'athlètes professionnels ou de coureurs de longue distance.

Ainsi, les études réalisées à partir d'une population de sprinters ou de coureurs de longue distance, c'est-à-dire courant une distance inférieure à 800 mètres et, supérieure ou égale à 42 kilomètres, seront exclues. Cela permet de ne pas restreindre les recherches à une population trop précise pouvant limiter le nombre d'articles disponibles sur le sujet.

Par ailleurs, aucune limite d'âge ne sera imposée ni aucune exclusion faite en fonction du sexe de l'individu. Chaque sportif devra néanmoins présenter un pattern de course identifiable et défini ainsi qu'un syndrome douloureux fémoro-patellaire confirmé. Enfin, les études réalisées sur des coureurs professionnels, militaires ou pratiquants un autre type de course seront également exclues.

² <https://www.has-sante.fr/niveau-de-preuve-et-gradation-des-recommandations-de-bonne-pratique-etat-des-lieux>

2.1.3. Interventions

Les études sélectionnées devront analyser l'efficacité d'une ou des deux interventions suivantes :

- **L'éducation** : ce traitement n'étant actuellement pas défini de manière précise, les études traitant de la gestion de la charge d'entraînement et de sa planification, pourront être incluses. Les études utilisant un réentraînement progressif à la course à pied, en volume, en intensité ou en fréquence pourront ainsi être prises en compte.
- **Le réentraînement à la course** : il sera observé lors d'une modification du schéma de pose du pied de l'arrière à l'avant-pied, lors du contact initial, ou bien lors d'une augmentation de la cadence de course.

Ces deux interventions pourront être analysées, simultanément, séparément, au sein de la même étude ou avec d'autres techniques conservatives si leurs objectifs restent **thérapeutiques** et leurs critères de jugement identiques.

Une intervention placebo, un programme de renforcement des membres inférieurs ou une modification cinématique de la course seront acceptés en groupe comparateur. Les traitements invasifs, chirurgicaux ou médicamenteux ne pourront cependant pas faire l'objet de comparaison.

La mise en opposition de ces deux interventions permettra in fine, de définir leurs intérêts ou non dans le traitement du SDFP et ainsi de les hiérarchiser par ordre d'efficacité.

2.1.4. Critères de jugement

La **douleur de genou** constituera le critère de jugement **principal** de cette revue. Son évolution pourra être mesurée à l'aide d'outils valides et fiables [75,76] à savoir, l'échelle visuelle analogique (EVA - *annexe 5*) et l'échelle numérique (EN - *annexe 6*).

La **capacité fonctionnelle** sera considérée comme le critère de jugement **secondaire**. Le questionnaire de douleur antérieure de genou [77,78] (Kujala AKPS - *annexe 7*), l'échelle « Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score » [79] (KOOS - *annexe 8*), et l'échelle de gravité de la douleur pour le SDFP [80] (*annexe 9*) pourront être utilisés pour évaluer la douleur et la fonction.

La **fonction seule** pourra être évaluée à l'aide de l'échelle fonctionnelle des membres inférieurs [81] (LEFS - *annexe 10*) et à l'aide de l'échelle d'auto-évaluation « Knee Outcome Survey » [82] (KOS ADLS - *annexe 11*) regroupant une échelle d'activités de vie quotidienne et une échelle d'activité sportive.

2.2. Méthodologie de recherche des études

2.2.1. Sources documentaires investiguées

La recherche initiale de la thématique de cette revue s'est effectuée à la lecture de certains livres disponibles sur la bibliothèque universitaire d'AMU³ : la clinique du coureur [8], le guide de la foulée avec prise d'appui avant-pied de F.Brignaud [17,22], les préférences motrices [83] etc.

Cela s'est accompagné d'investigations scientifiques sur des moteurs tels que Pubmed⁴, Google scholar⁵ et ScienceDirect⁶, pour compléter mes connaissances et vérifier la présence d'études sur le sujet.

Au fil de mes recherches, ma thématique d'investigation s'est peu à peu précisée. J'ai donc vérifié à partir des listes transmises par l'École de kinésithérapie de Marseille, qu'aucune revue n'avait porté

³ <https://bu.univ-amu.fr/>

⁴ <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

⁵ <https://scholar.google.co.in/>

⁶ <https://www.sciencedirect.com>

sur ce sujet auparavant. Cette vérification a été complétée par une recherche sur Kinedoc⁷ qui catalogue l'ensemble des mémoires rédigés en France, en masso-kinésithérapie.

L'absence de revue systématique publiée sur le même sujet a également été vérifiée, sur certains moteurs de recherches scientifiques notamment sur Cochrane Library⁸, Pubmed, etc.

Une fois ces diverses étapes réalisées, j'ai élaboré une question PICO structurée, à partir de mots-clés. L'équation ainsi réalisée m'a permis de rechercher des articles sur les différentes bases de données, précédemment citées. Enfin, ces investigations ont été complétées par des références trouvées, grâce à « l'effet boule de neige » sur Pubmed, en bibliographie des études préalablement sélectionnées ou à partir de la littérature grise (livres, Google scholar...).

2.2.2. Équation de recherche utilisée

L'élaboration structurée et méthodique de l'équation de recherche est capitale pour limiter les phénomènes de **bruit** ou de **silence** et ainsi obtenir des résultats pertinents.

Pour cela, il est nécessaire d'identifier les **mots-clés**, en anglais, correspondants à la problématique de cette revue « Éducation ou réentraînement à la course : quel traitement privilégié dans la prise en charge du syndrome douloureux fémoro-patellaire chez les coureurs récréatifs ? » et notamment aux divers composants de la question PICO :

- **Population/pathologie** : recreational runners
- **Intervention n°1**: education, management of training load
- **Intervention n°2/compositeur**: gait retraining
- **Critères de jugement** : pain, fonction*

Cela doit être complété d'une recherche des synonymes et des MeSH (Medical Subject Headings) termes se rapportant aux mots-clés précédemment cités. Cette liste a été établie à l'aide des onglets « Medical terms (Mesh) » dans Cochrane Library et « MeSH Database » dans Pubmed, ainsi qu'avec l'ajout des synonymes qui m'ont semblé les plus pertinents pour répondre à cette problématique.

Ainsi, pour cette thématique, la liste suivante a été obtenue :

P	Population	Run, Runn*, Recreational runn*
	Pathologie	Patellofemoral pain syndrome, patellofemoral syndrome, Patellofemoral Pain, Anterior Knee Pain
I	Intervention	Training load, adaptation*, modification*, education, progression, management, Volume, distance, frequency, intensity, duration, schedule
C	Comparateur	Gait retraining, runn* retraining Running pattern, Landing pattern, Footstrike pattern, Foot attack, Rearfoot, midfoot, forefoot Cadence, step length, stride length, pace
O	Outcome	Pain, fonction* limitation, fonction*capacit*

Pour obtenir un maximum d'articles susceptibles de répondre à la question posée, il est important d'inclure l'ensemble des mots-clés et synonymes fréquemment utilisés dans la littérature scientifique.

⁷ <https://kinedoc.org>

⁸ <https://www.cochranelibrary.com/search>

Ils seront, par la suite, associés entre eux, au moyen des opérations booléennes « **OR** », « **AND** » ou « **NOT** ». Les sous-parties du tableau correspondantes à la question PICO seront associées par l'intermédiaire de l'opérateur « **AND** ».

Enfin, une **troncature (*)** sera utilisée à la fin de certains mots-clés pour que les moteurs de recherche puissent inclure les termes comprenant la même racine lexicale.

Ces associations permettront d'obtenir l'équation suivante :

```
((Run) OR (Runn*) OR (recreational runn*)) AND (((Patellofemoral pain syndrome) OR (patellofemoral syndrome) OR (patellofemoral pain) OR (anterior knee pain))
```

AND

```
((Train*) AND ((load) OR (optimal load) OR (adaptation*) OR (education) OR (management) OR (modification*) OR (intensity) OR (distance) OR (volume) OR (duration) OR (frequency) OR (pattern*) AND ((landing) OR (running) OR (footstrike) OR (forefoot) OR (midfoot) OR (rearfoot) OR (foot attack)) OR ((gait retraining) OR (runn* retraining)) OR ((step length) OR (stride length) OR (pace) OR (cadence)) OR (physical stress) OR (schedule)))
```

AND

```
((function*) AND ((limitation*) OR (capacit*))) OR (pain))
```

L'équation définitive constituée sera recherchée dans l'onglet « **Title/Abstract** » et permettra d'obtenir des études comprenant au moins un terme mentionné dans chacune des sous-parties du tableau.

Une fois la recherche effectuée, les études seront analysées et sélectionnées selon des **critères d'inclusion et d'exclusion** précis, développés dans le *tableau 3*, pour répondre de façon optimale à la problématique de cette revue de littérature.

2.3. Méthode d'extraction et d'analyse des données

2.3.1. Méthode de sélection des études

La première étape de sélection des études se basera sur une limite de **date de publication**. Les études parues avant 2011 seront exclues afin de prendre en compte uniquement les données actuelles publiées sur cette thématique. Dans la mesure du possible, cette exclusion sera réalisée dès le début des recherches à l'aide d'un filtre de sélection, présent sur la base de données. Le cas échéant, le tri sera réalisé conjointement à la lecture du titre des études. Le consensus des blessures de course paru en 2015 [55] ne sera pas pris en compte dans la date de publication, car cela limiterait le nombre d'études disponibles publiées sur le sujet et pourrait ainsi entraîner un manque d'exhaustivité de cette revue.

Un deuxième tri sera effectué à partir de la **lecture du titre** des études, qui permettra d'identifier la langue de rédaction de l'article, la pathologie, la population et le traitement étudié. Dans le cas où le titre seul ne permettrait pas d'obtenir des informations claires, l'article sera conservé puis analysé au cours des étapes suivantes.

Concernant le **schéma d'étude**, les ECR seront prioritairement sélectionnés, car ils représentent le plus haut niveau de preuve pour une question thérapeutique. Néanmoins, la sélection du schéma d'étude se fera surtout en fonction des données disponibles. Ainsi, d'autres schémas d'études de qualité inférieure pourront être inclus. Seules les conférences, les consensus d'experts et les revues de littératures seront exclus d'office.

Suite à ces pré-sélections, la **lecture de l'abstract** permettra d'affiner la recherche, notamment concernant les composants de notre question PICO. Les études ne répondant pas aux critères d'inclusion ou ayant une méthodologie de recherche inconvenable seront exclues (*Tableau 3*). Cette pré-sélection se clôturera par la recherche et la **suppression des doublons**.

CRITERES	Inclusion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coureurs récréatifs réguliers, sans limite d'âge ni de sexe ▪ Diagnostic d'un syndrome douloureux fémoro-patellaire confirmé ▪ Pattern de course identifiable et défini ▪ Suivi d'un seul programme de traitement à la fois
	Exclusion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conférences, consensus d'experts ou revues de littérature ▪ Article parus avant 2011 ▪ Distance de course par session < 800 mètres et > 42 kilomètres ▪ Coureurs professionnels, militaires ▪ Pratique d'un autre type de course ▪ Traitements invasifs, chirurgicaux ou médicamenteux, utilisés en comparateur

Tableau 3 : Critères de sélection des études

Les études conservées jusqu'à la **lecture intégrale** seront potentiellement incluses dans cette revue et plus longuement analysées. Les critères d'admissibilité et la qualité des études seront alors recherchés.

Les références bibliographiques des études incluses dans la revue seront étudiées afin de s'assurer qu'aucun article n'ait été oublié. Le cas échéant, cette nouvelle étude sera sélectionnée sur le même processus que celui précédemment décrit. Les études présentant les critères de sélection requis, obtenues par « **effet boule de neige** » pourront également être analysées.

Dès la méthode de sélection achevée, l'ensemble des articles à inclure dans la revue de littérature sera défini et l'extraction des données pourra alors débuter.

2.3.2. Extraction des données

L'extraction des données sera réalisée sous la forme d'un tableau synthétisant les critères PICO propres aux études incluses dans la revue. Il sera également possible de retrouver certaines caractéristiques telles que le schéma d'étude, l'auteur et l'année de publication.

Ce tableau sera présenté de la manière suivante :

TABLEAU DES CARACTERISTIQUES									
Auteur/ Année	Type d'étude	Population				Intervention(s)		Critères de jugement	
		Taille	Âge	Description	Symptômes	Modalités	Durée	Primaire	Secondaire

2.3.3. Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

Cette qualité des études repose sur leur **validité interne, externe** et sur leur **pertinence clinique**.

L'évaluation d'un ECR pourra se réaliser à l'aide de l'**échelle PEDro** (*annexe 12*). Cette échelle permet, au moyen de 11 items, d'évaluer la **validité interne** des études : biais de sélection (items 2 à 4), d'évaluation (items 5 à 7), de suivi (item 8), d'attrition (item 9), d'interprétation (items 10 et 11). Elle permet également d'analyser la **validité externe** (item 1), c'est-à-dire l'applicabilité clinique de l'intervention analysée. Elle explicite ainsi, avec un score final sur 10 points, les effets d'une intervention et non son intérêt clinique, dépendant de la taille de l'effectif étudié.

L'évaluation des **études non-randomisées** sera réalisée à l'aide de l'**échelle de Newcastle-Ottawa** (*annexe 13*) [84]. Elle se présente en 8 items répartis en trois catégories : la sélection, la comparabilité, le critère de jugement. Cette analyse permet d'obtenir un score final en nombre d'étoiles,

correspondant à la qualité méthodologique de l'étude analysée. Un score maximal de 9 points est possible pour les études de cohorte et de 10 points pour les études cas-témoins.

Dans la mesure où des études de haute qualité ne sont pas disponibles, les **séries de cas** peuvent représenter une bonne preuve clinique. Leur validité interne et leur risque de biais, seront évaluées avec les 10 questions composant l'**échelle JBI Critical Appraisal Checklist for Case Series** (*annexe 14*). Cette analyse permet d'apprécier la qualité méthodologique de l'étude et d'informer sur l'interprétation de ses résultats. Un score total non significatif sur 10 points sera obtenu.

Les scores des différentes analyses réalisées pourront constituer un critère d'exclusion des études.

2.4. Méthode de synthèse des résultats

Après l'élaboration d'un diagramme de flux et d'un tableau regroupant les caractéristiques générales de l'ensemble des études incluses, tel que présenté dans la partie « Méthode : extraction des données », des tableaux synthétisant les résultats obtenus seront réalisés.

Tout d'abord, un premier tableau détaillant les motifs d'exclusion des études non sélectionnées, sera réalisé. Un autre tableau présentant les biais méthodologiques retrouvés par l'intermédiaire des échelles utilisées, sera disponible dans la partie « Résultats ».

Enfin, des tableaux permettront de présenter les résultats des critères de jugement étudiés, pour chaque étude incluse. Ils pourront, par exemple, comporter les données suivantes si elles sont disponibles et interprétables dans les études :

- **L'intervalle de confiance à 95% (IC95)** : il permet, pour une taille de population donnée, d'encadrer une valeur estimée.
- **Les différences avant et après l'intervention réalisée** : Une comparaison intergroupe permet d'analyser, la taille d'effet de l'intervention, c'est-à-dire son effet réel et donc sa pertinence clinique.
- **La valeur-p** : elle permet de déterminer si les hypothèses émises sont correctes et donc si les différences observées sont dû ou non au hasard.

Cette analyse des résultats pourra être **qualitative** et/ou **quantitative**, en fonction des données disponibles dans les études.

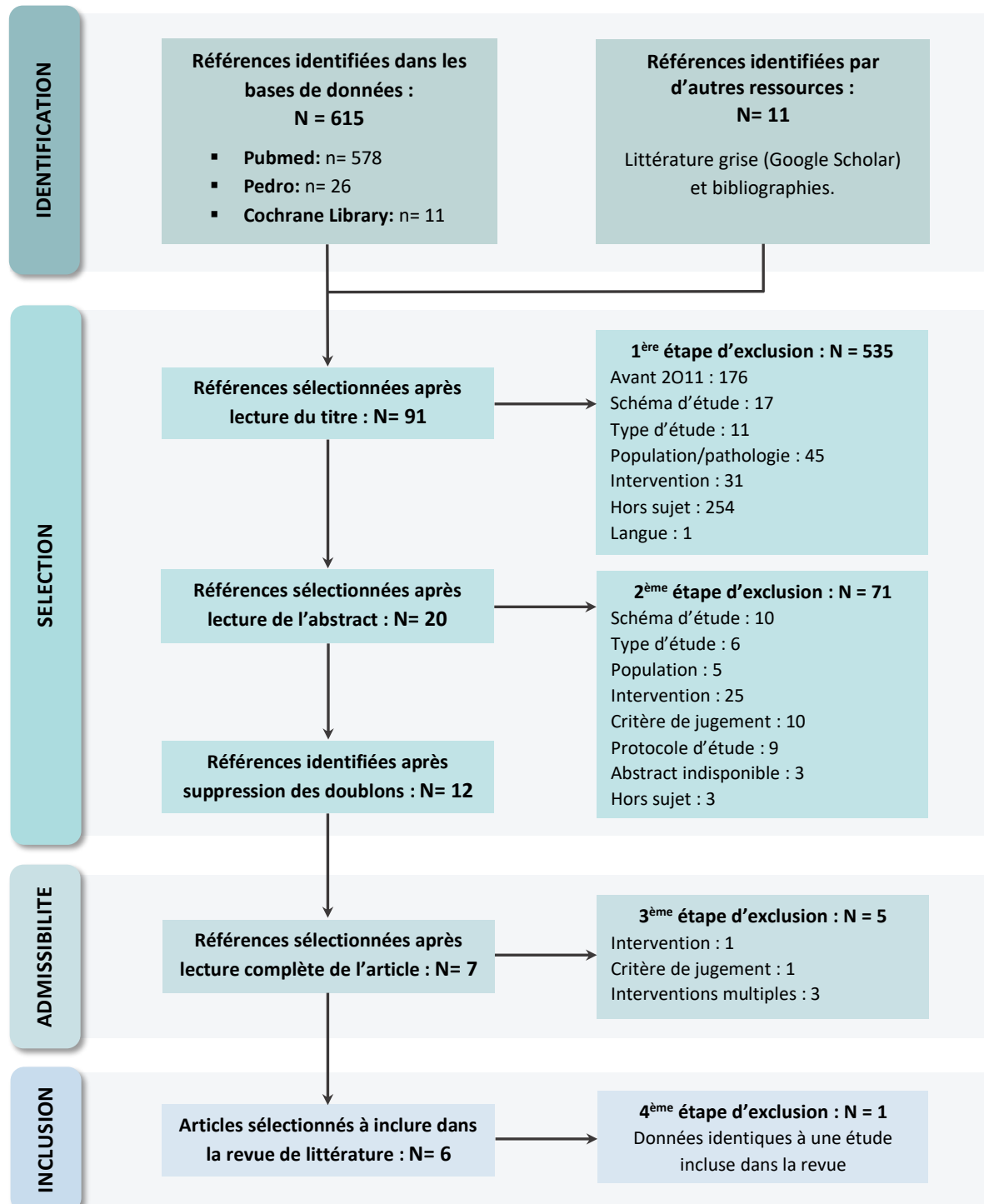
3. Résultats

3.1. Description des études

3.1.1. Diagramme de flux et motifs d'exclusion des études

La recherche bibliographique de cette revue de littérature a été réalisée à partir des bases de données Pedmed, PEDro et Cochrane Library. A celle-là, ont été ajoutés des articles provenant de la littérature grise et de bibliographies.

L'ensemble du processus de sélection des études incluses dans cette revue est synthétisé et présenté dans le diagramme de flux ci-dessous.



3.1.2. Études exclues

Suite aux recherches initialement menées, 626 articles ont été identifiés dans les bases de données investiguées. Parmi ceux-là, 606 articles ont été exclus à la lecture du titre et de l'abstract, pour diverses raisons, mentionnées dans le diagramme de flux ci-dessus. Ainsi, après l'exclusion de ces études et de huit études supplémentaires en doublon, seulement douze articles étaient admissibles à la lecture intégrale.

3.1.2.1. Études exclues à la suite de la lecture complète

A cette étape, cinq articles ne remplissant pas les critères d'inclusion et d'exclusion antérieurement définis ont été exclus pour les raisons suivantes :

Études exclues	Motif de l'exclusion
Bonacci et al. 2020 [89]	L'augmentation de la cadence de course est associée à l'utilisation de chaussures minimalistes, sans groupe contrôle, ce qui rend impossible l'interprétation des résultats.
Bonacci et al. 2018 [88]	L'augmentation de la cadence de course et l'utilisation de chaussures minimalistes, sont comparées à l'utilisation d'orthèses plantaires. L'effet des chaussures peut biaiser l'interprétation des résultats obtenus.
Esculier et al. 2016 [87]	Plusieurs interventions sont réalisées sur le même groupe, sans groupe contrôle. Il n'est donc pas possible de conclure sur l'intérêt d'une technique par rapport à une autre.
Willson et al. 2015 [86]	L'analyse de la cinématique de course, en fonction du schéma de pose du pied et de la longueur du pas, constitue le mauvais critère de jugement.
Noehren et al. 2011 [85]	Le réentraînement à la course s'intéresse à l'adduction, la rotation médiale de la hanche et la chute du bassin controlatéral durant la course.

Tableau 4 : Résumé des études exclues après lecture intégrale

3.1.2.2. Étude exclue après extraction des données

Lors de l'extraction des données, relatives aux critères de jugement, une dernière étude a été exclue pour le motif développé ci-dessous :

Études exclues	Motif de l'exclusion
Roper et al. 2017 [90]	L'article utilise les mêmes données qu'une étude réalisée par Roper et al., en 2016 [91]. La douleur, constituant un critère de jugement secondaire, est analysée en reprenant les données de l'étude précédente. L'inclusion de cet article ne constituerait aucun intérêt supplémentaire lors de l'analyse des résultats.

Tableau 5 : Synthèse des études exclues consécutivement à l'extraction des données

Ainsi, après ce processus de sélection, les études sont incluses dans cette revue de littérature et développées dans la partie suivante.

3.1.3. Études incluses

Elles sont au nombre de six et respectent les critères précisés dans la partie « Méthode ».

La disponibilité d'études expérimentales de haut niveau de preuve concernant le sujet de cette revue étant limitée, deux schémas d'études ont été admis : les **essais cliniques randomisés** et les **séries de cas**. Ils représentent ainsi la meilleure preuve scientifique disponible pour guider la pratique clinique.

Ce sont des études parues entre 2011 et 2019, analysant pour certaines, l'intérêt thérapeutique d'un programme de réentraînement à la course à pied et, pour d'autres, l'ajout d'un programme d'éducation visant à gérer la charge d'entraînement.

Ces études sont référencées dans le tableau ci-dessous :

Auteur		Date	Titre	Type d'études
[92]	Esculier	2018	Is combining gait retraining or an exercise programme with education better than education alone in treating runners with patellofemoral pain? A randomised clinical trial	Essai Clinique Randomisé
[91]	Roper	2016	The Effects of Gait Retraining in Runners with Patellofemoral Pain: A randomized trial	Essai Clinique Randomisé
[94]	Dos Santos	2019	Effects of three gait retraining techniques in runners with patellofemoral pain	Série de cas
[95]	Bramah	2019	A 10% Increase in Step Rate Improves Running Kinematics and Clinical Outcomes in Runners with Patellofemoral Pain at 4 Weeks and 3 Months	Série de cas
[96]	Sinclair	2016	Effects of a 10-week footstrike transition in habitual rearfoot runners with patellofemoral pain	Série de cas
[93]	Cheung	2011	Landing Pattern Modification to Improve Patellofemoral Pain in Runners: A Case Series	Série de cas

Tableau 6 : Références des études incluses

3.1.3.1. Population

Les études incluses sont réalisées sur une **faible population**, allant de 3 personnes dans l'étude de Cheng et al. [93], à 69 personnes dans l'étude de Esculier et al [92].

En totalité, cette revue de littérature portera sur l'analyse de **127 personnes** atteintes de syndrome douloureux fémoro-patellaire diagnostiqué, sans pathologie orthopédique, neurologique ou dégénérative associée, ni antécédent de chirurgie ou de traumatisme. Leurs **symptômes** sont présents depuis minimum 3 mois dans l'étude de Bramah et al. [95] et d'une durée moyenne allant jusqu'à 3,33 années dans l'étude de Cheung et al [93].

Cette population comprend **58% de femmes** (74 femmes) et **42% d'hommes** (53 hommes) avec une **moyenne d'âge de 29,9 ans**. Dans l'étude de Roper et al. [91], la moyenne d'âge s'élève à 23 ans contre environ 40 ans pour l'étude de Bramah et al [95].

Tous les participants sélectionnés ont suivi une intervention thérapeutique, exceptées huit personnes qui ont intégré le groupe contrôle dans l'étude de Roper et al [91]. Ces interventions seront détaillées dans la partie suivante.

3.1.3.2. Intervention masso-kinésithérapique

Il est globalement possible de distinguer deux programmes thérapeutiques utilisés dans les études incluses : le **réentraînement à la course** comprenant une augmentation de la cadence et/ou une modification du schéma de pose du pied et un **programme d'éducation**. À cela s'ajoute dans certaines études [92,93,96], la réalisation d'exercices.

La durée des programmes varie de **2 à 10 semaines** durant lesquelles sont réparties entre **1 et 4 sessions** par semaine. Chaque session dure entre **10 et 30 minutes**, selon les études.

Les interventions inhérentes à chaque étude sont détaillées ci-après :

Tableau 7 : Détails des interventions thérapeutiques réalisées

Programmes		Esculier 2018	Roper 2016	Dos santos 2019	Bramah 2019	Sinclair 2016	Cheung 2011	
Type	G	↑ Cadence	X		X	X	X	
		RFS to FFS	X	X	X		X	X
		Cinématique			X			
	Éducation	X			±	±		
	Exercices*	X				X	X	
Durée totale (en semaines)		8	2	2	4	10	2	
Nombre de sessions		5	8	8	1	10	8	
Durée de la session (en min)		-	15 à 30	15 à 30	10	-	15 à 30	
Suivi total		5 mois	1 mois	6 mois	3 mois	2,5 mois	3 mois	

*exercices : étirements ou renforcement musculaire de faible résistance

Certains auteurs comme Roper et al. [91], Cheung et al. [93] ou Dos santos et al. [94], favorisent un programme **supervisé, intense**, sur du **court terme**, sans préciser la profession du thérapeute.

Esculier et al. [92] mettent en place, sur du plus **long terme**, trois programmes supervisés par des masseurs-kinésithérapeutes : un programme d'éducation individualisé basé sur l'autogestion de l'entraînement, un programme d'exercices progressif et un programme de réentraînement à la course visant à augmenter la cadence et à modifier, si nécessaire, la pose du pied au sol.

Enfin, d'autres auteurs élaborent un programme **en autonomie**. Bramah et al. [95] pratiquent une unique session d'augmentation de la cadence avec un chercheur puis laissent place à un programme en autonomie progressif sur 4 semaines. Sinclair et al. [96] réalisent une évaluation initiale et finale en laboratoire et délivrent un programme d'exercices combiné à une augmentation progressive du volume de course.

Les **critères de jugement** et leurs **outils de mesure**, associés à ces interventions thérapeutiques seront développés dans la partie de synthèse des résultats.

Un résumé plus détaillé de chaque étude incluse mentionnée au *tableau 6*, comprenant le design de l'étude, les caractéristiques de la population et de l'intervention, les résultats et la conclusion de l'auteur, est disponible en *annexe 15*.

Le tableau suivant a été réalisé pour synthétiser les informations essentielles de chaque article et ainsi faciliter leur compréhension et comparaison.

Tableau 8 : Caractéristiques des études incluses dans la revue de littérature

TABLEAU DES CARACTERISTIQUES									
Étude	Design	Population				Intervention(s)		Critères de jugement et Dates d'évaluation	
		Taille	Âge	Sexe	Description	Symptômes	Modalités		Durée
<i>Esculier2018</i>	ECR	69	18 - 45	43F/26H	Coueurs FFS et RFS Distance de course (km/semaine) : ≥ 15	Durée du SDFP > 3 mois Douleur ≥ 3/10 à l'EVA pendant la course à pied et trois tâches : agenouillement, extension du genou, accroupissement, escaliers Score ≤ 85/100 sur l'échelle Knee Outcome Survey of the Activities of Daily Living Scale (KOS-ADLS).	(1) Éducation : gestion des symptômes et de la charge d'entraînement (2) Éducation et exercices (3) Éducation et GR (course FFS et/ou ↑ de la cadence)	8 semaines 5 sessions	<u>A T₀, T₄, T₈ et T₂₀ :</u> - Douleur : EVA-U, EVA-W, EVA-R - Fonction : KOS-ADLS <u>A T₀ et T₈ :</u> - Distance de course : km - Force MI : dynamomètre - AVLR, Peak PFJ reaction force, Average PFJ loading rate, cadence : données cinétiques et cinématiques
<i>Roper2016</i>	ECR	16	19 - 30	11F/5H	Coueurs RFS Distance de course (km/semaine) : > 15	Douleur fémoro- patellaire pendant et/ou après la course entre 3 et 7 sur l'EVA ou lors d'activités : escalier, position assise prolongée, agenouillement, accroupissement	GI : GR (passage de l'attaque RFS à FFS) GC : aucune intervention	2 semaines 8 sessions	<u>Avant, après et un mois post GR :</u> - Douleur : EVA - Cinématiques (genou, cheville) : Plug-In Gait model 3D - Cinétiques (stress fémoro-patellaire, force tendon d'Achille, et contact fémoro-patellaire) : plates-formes de force
<i>DosSantos2019</i>	Série de cas	18	18 - 35	9F/9H	Coueurs RFS Distance de course au cours des 3 derniers mois (km/semaine) : ≥ 15	Symptômes présents durant les 3 derniers mois. Douleur antérieure ou rétro-patellaire uni ou bilatérales : - Pendant et/ou après la course - Durant au moins 2 activités : accroupissement, contraction isométrique du quadriceps, escaliers, agenouillement, saut, position assise prolongée, etc. Cotée minimum à 3 sur l'EVA	Les participants ont été répartis en 3 groupes : (1) Attaque FFS (2) ↑ 10 % de la cadence avec un métronome (3) Inclinaison du tronc vers l'avant Pas de groupe contrôle	2 semaines 8 sessions	<u>Avant, après et 6 mois post GR :</u> - Douleur : L'échelle de douleur antérieure du genou (AKPS), EVA-W - Fonction : Échelle fonctionnelle des membres inférieurs (LEFS)

Bramah2019	Série de cas	12	39,92 ± 6,50	8F/4H	Course minimum 2 fois par semaine Exclusion si ↑ volume de course > 30% Distance de course (km/semaine) : 29,03 ± 8,11	Définition consensuelle : Douleur rétro ou péri-patellaire : - Pendant la course > 3 mois - Reproduite par une activité : accroupissement, escaliers, agenouillement, position assise prolongée, etc. Cotée minimum à 3 sur l'EN	Augmentation de la cadence de 10% à l'aide d'un métronome et d'une montre connectée +/- éducation : ↑ progressive et infra-douloureuse du volume de course	1 session	<u>Évalués au début, 4 semaines puis 3 mois post réentraînement :</u> - Douleur maximale : EN - Fonction : LEFS - Cinématiques : en degré - Volume de course par semaine et distance sans douleur : en km
Sinclair2016	Série de cas	9	29,33 ± 4,21	9H	Coueurs RFS	Symptômes ≥ 1 mois et douleur antérieure ou rétro-patellaire : - Durant au moins 2 activités : position assise, escaliers, course, accroupissement, saut unipodal, agenouillement - D'apparition insidieuse - Cotée minimum à 3 sur l'EVA - À la palpation des facettes rotuliennes	Exercices d'étirement et de renforcement Modification du schéma de frappe RFS à FFS avec : - ↑ de la cadence - ↓ de la longueur du pas +/- éducation : ↑ progressive du volume de course	10 semaines 10 sessions	<u>Évalués avant et après le GR :</u> - Douleur tendon d'Achille : EN - Douleur SDFP : KOOS - Fonction, AVQ, sport : KOOS - Cinématiques : caméras et marqueurs (en degré) - Cinétiques : accéléromètre et plateforme de force
Cheung2011	Série de cas	3	26 - 32	3F	Coueurs RFS Distance de course (km/semaine) : 20<d<30	Durée du SDFP > 12 mois Douleurs fémoro-patellaires unilatérales	Exercices d'échauffement Modification du schéma de frappe RFS à FFS, au moyen d'un feedback auditif en temps réel (et ↓ longueur des pas)	2 semaines 8 sessions	<u>Avant, après et 3 mois post GR :</u> - Douleur et fonction : échelle de sévérité du SDFP et échelle Kujala AKPS - Performance (10 km) : en min - Cinétiques (impact vertical et taux de charge) : tapis roulant instrumenté

Les abréviations utilisées dans le tableau 8 sont regroupées dans une liste disponible au début de cette revue (F : femme, H : homme, GI : groupe intervention, GC : groupe contrôle).

Suite à la description des articles, l'analyse de leur qualité méthodologique et de leur biais sera abordée et développée dans les parties suivantes.

3.2. Risques de biais des études incluses

3.2.1. Grilles d'analyse utilisées

Les critères détaillés des différentes échelles utilisées dans cette revue sont disponibles en *annexe 12 et 14*. Le choix de l'échelle varie en fonction du schéma de l'étude.

3.2.1.1. Échelle PEDro

Elle est utilisée pour mettre en évidence les potentiels biais méthodologiques des **essais contrôlés randomisés** inclus dans la revue [97]. Elle évalue, au moyen de 11 critères, la **validité externe** (item 1), **interne** (item 2 à 9) et **l'interprétation statistique** de l'étude (10 à 11).

A partir de ces critères, un score total, excluant l'item 1, est obtenu. Plus il est élevé, plus l'étude présente une bonne qualité méthodologique. Tous les biais ne sont cependant pas équivalents : un score PEDro élevé n'exclut pas la présence de biais impactant fortement l'interprétation des résultats et l'applicabilité clinique. Inversement, un score faible peut inclure des biais n'influençant pas les résultats de l'étude.

L'analyse des biais de chaque ECR inclus, est consignée dans le tableau ci-dessous.

PEDro Scale		Sélection				Évaluation			Suivi		Interprétation		Score total
Auteurs	Critères												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Esculier 2018	X	X	X	X			X	X	X	X	X	8	
Roper 2016		X		X				X		X	X	5	

Tableau 9 : Synthèse des biais des ECR inclus, analysés avec l'échelle PEDro

3.2.1.2. L'échelle JBI Critical Appraisal Checklist for Case Series

Cet outil d'évaluation proposé par le Joanna Briggs Institute (JBI), est utilisé dans cette revue, pour apprécier la qualité méthodologique des **séries de cas** [98].

Contrairement à l'échelle PEDro, cet outil n'a pas été conçu sur la base de l'approche par domaine et le score final obtenu après réponse aux critères n'a aucune valeur scientifique, il sert uniquement d'indicateur.

Il existe plusieurs réponses possibles aux critères : oui, non, critère non clairement détaillé (Uncl.), non applicable (N/A).

Les biais retrouvés dans chaque série de cas incluse, sont regroupés dans le tableau ci-dessous.

JBI Critical Appraisal Checklist - Case Series											Score total
Auteurs	Critères										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Dos Santos 2019	X	Uncl.	X	X		X	X	X	N/A		6
Bramah 2019	X	X	X		Uncl.	X		X	N/A		5
Sinclair 2016	X		Uncl.	Uncl.		X		X	N/A	X	4
Cheung 2011	X	Uncl.				X	X	X	N/A		4

Tableau 10 : Synthèse des biais des série de cas incluses, analysés avec l'échelle JBI Checklist for Case series

Les biais recensés dans les grilles d'analyse ci-dessus sont présentés dans la partie suivante.

3.2.2. Synthèse des biais retrouvés

Chaque biais retrouvé et analysé contribuera ensuite à l'interprétation des résultats et leur applicabilité.

- **Validité externe :**

Les études de Roper et al. et Sinclair et al. [91,96] ne mentionnent pas la source de recrutement des sujets. Cela pourrait supposer une **faible validité externe** des études et remettre en cause l'applicabilité de leurs résultats sur une population précise.

- **Biais de sélection :**

L'essai de Roper et al. [91] ne respecte pas « l'assignation secrète » selon laquelle, la personne déterminant l'admissibilité d'un participant ne doit pas savoir dans quel groupe il est attribué. Ce biais est retrouvé sur l'ensemble des séries de cas qui n'ont, par définition, pas de groupe contrôle pour comparer l'effet de l'intervention étudiée. Ainsi, les biais de sélection sont globalement **assez élevés**, et compte tenu des faibles échantillons étudiés, la comparaison des résultats avec la population réelle pourrait être compromise.

- **Biais d'évaluation :**

Dans les deux ECR inclus [91,92], les sujets et les thérapeutes ne sont pas « en aveugle ». Cela signifie qu'ils connaissent le groupe auquel ils sont assignés ainsi que le traitement appliqué. Les évaluateurs ne sont également pas en aveugle de l'assignation dans l'étude de Roper et al [91]. Il convient de tenir compte de ce risque de biais **élevé**, lors de l'application des résultats en pratique clinique.

- **Biais d'attrition :**

Seul l'essai de Roper et al. [91] est exposé à ce biais car il ne respecte pas le critère d'analyse « en intention de traiter ». C'est-à-dire qu'un sujet n'ayant pas reçu l'intervention, doit avoir une analyse de ces données, comme s'il avait reçu le traitement. Ce biais est relativement **faible** dans cette revue.

- **Biais d'interprétation :**

Dans les séries de cas de Dos Santos et al. et Bramah et al. [94,95], les résultats comprenant moyennes et écarts-type, sont présentés sous forme de diagramme en barre. Cela permet d'apprécier l'évolution de la variable étudiée et non de l'évaluer avec précision. L'étude de Cheung et al. [93] manque de précisions dans les scores et de données statistiques pour interpréter correctement les résultats des critères de jugement étudiés. Seule l'étude de Sinclair et al. [96] présente une analyse statistique complète et appropriée. Le biais d'interprétation des résultats est donc **élevé** dans cette revue.

- **Autres biais :**

D'autres biais, non précisés par l'échelle PEDro, sont également retrouvés lors de ces analyses. Dans les études de Bramah et al. et Sinclair et al.[95,96], les informations cliniques des participants, sont insuffisantes, ce qui pourrait constituer un **biais d'information**.

Le diagnostic initial du SDFP n'est pas toujours réalisé de manière fiable et reproductible dans les séries de cas incluses, excepté dans l'étude de Bramah et al [95]. Dans les ECR [91,92], c'est la méthode d'analyse du schéma de pose du pied qui n'est pas précisée ou reproductible. Cela ajoute un **biais de mesure** aux études citées. L'ensemble des études, exceptée celle de Sinclair et al. [96], ont réalisé leur intervention sur un tapis roulant. Cela peut induire des différences subtiles dans la pose du pied au sol lors du CI [99,100]. De plus, deux études (Cheung et al. et Sinclair et al.), intègrent des exercices à leur intervention, ce qui ajoute un potentiel **biais de confusion**. Enfin, deux études [92,94], ne donnent pas de précision quant au feedback utilisé lors de l'intervention, ce qui pourrait être une source d'erreur.

3.3. Effet de l'intervention sur les critères de jugement

Du fait du manque de données quantitatives fournies par les études, l'intérêt des interventions sera uniquement analysé de manière **qualitative**. Seuls les résultats obtenus pour certaines échelles seront commentés. L'utilisation de chaque échelle sélectionnée sera détaillée en *annexe 16*.

3.3.1. Critère de jugement principal

Le critère de jugement principal de cette revue s'intéresse à l'évolution de la **douleur de genou** entre le début de l'étude et à la suite de la réalisation de l'intervention.

○ Esculier et al. 2018 :

Cet ECR utilise l'**échelle visuelle analogique (EVA)** pour observer l'évolution de la douleur. L'intérêt porté aux programmes « Éducation » et « Gait retraining » permet d'objectiver des améliorations significatives ($p < 0,05$) de la douleur à la 4^{ème}, 8^{ème} et 20^{ème} semaine par rapport aux valeurs initiales.

La **différence minimale cliniquement importante (MCID)** est de 2 points pour l'EVA-W, et entre 1,5 et 2 points pour l'EVA-R et l'EVA-U [101]. Dans les deux groupes étudiés, ce seuil est atteint à T₄, T₈ et T₂₀ pour les échelles mesurant la douleur maximale et à l'activité. En revanche, il n'est atteint qu'à partir de T₈ pour la douleur usuelle, en se basant sur le seuil inférieur de 1,5 points. Il convient d'en prendre compte lors de l'interprétation des résultats.

Tableau 11 : Résultats de l'étude d'Esculier et al sur la douleur – sous forme de moyenne [IC95]

		Éducation	Gait retraining	Différence intergroupe
EVA Usuel (U)	20 semaines	-1,7 [-2,9 ; -0,6]*	-1,6 [-2,7 ; -0,4]*	0,1 [-1,1 ; 1,3]
	η^2	0,433	0,273	
EVA Maximal (W)	20 semaines	-3,5 [-5,1 ; -1,9]*	-2,8 [-4,3 ; -1,2]*	0,7 [-1,0 ; 2,4]
	η^2	0,587	0,345	
EVA Course (R)	20 semaines	-2,9 [-4,2 ; -1,6]*	-3,6 [-4,9 ; -2,3]*	-0,7 [-2,1 ; 0,7]
	η^2	0,623	0,486	

* Changement significatif du score moyen par rapport aux valeurs de base ($p < 0,05$)

Les données extraites de l'étude et regroupées dans le *tableau 11*, montrent que les tailles d'effet (η^2) du groupe « Éducation » sont **modérées**, et **supérieures** aux tailles d'effet du groupe « Gait retraining » pour les trois mesures de douleur. Pour la mesure de la douleur usuelle et maximale, le groupe « Gait retraining » présente une taille d'effet **faible** alors qu'elle est **modérée** pour la douleur exprimée durant la course.

Par ailleurs, les IC95, pour la différence moyenne entre les résultats obtenus pour ces deux groupes, incluent la valeur nulle. Cela signifie que cette différence n'est **pas cliniquement significative**. Ceci est aussi démontré par l'analyse de variance ANOVA à un facteur, comparant l'effet des programmes thérapeutiques sur l'évolution de la douleur, pour laquelle **aucun effet d'interaction significatif** ($p \geq 0,43$) n'a été mis en évidence. Ainsi, le réentraînement à la course entraîne une diminution de la douleur inférieure au programme d'éducation, à l'exception de la douleur ressentie durant la course à pied.

○ Roper et al. 2016 :

L'évaluation de la douleur à l'**EVA** a montré que le groupe expérimental avait initialement un score plus élevé de la douleur que le groupe contrôle, bien que cette différence ne soit pas significative.

Tableau 12 : Résultats de l'étude de Roper et al sur la douleur – sous forme de moyenne [IC95]

Paramètres	Contrôle (n=8)			Expérimental (n=8)		
	Pré-GR	Post-GR	Suivi	Pré-GR	Post-GR	Suivi
EVA	4,4 [3,3 ; 5,5]	2,7 [1,5 ; 3,9]	3,7 [2,6 ; 4,7]	5,3 [4,2 ; 6,4]*	1,0 [0 ; 2,2]	1,0 [0 ; 2,1]

* Changement significatif entre le pré GR et le post GR, et entre le pré GR et suivi

Le groupe expérimental a démontré des réductions significatives ($p < 0,05$) des niveaux de douleur déclarés, qui sont passés de 5,3 au début de l'étude, à 1,0 après l'entraînement et au suivi à un mois. La MCID requise est donc atteinte, les changements obtenus sont donc cliniquement pertinents. La taille d'effet précisée dans l'étude ($\eta^2 = 0,29$) est néanmoins considérée comme **faible**.

L'article précise qu'un effet d'interaction significatif (groupe x temps) a été déterminé ($p = 0,031$).

	Post-GR	Suivi à un mois
Différence intergroupe (IC95)	1,7 [0,23 ; 3,17]	2,7 [1,36 ; 4,04]

Le calcul de la moyenne de la différence intergroupe met en évidence une diminution de la douleur plus importante dans le groupe interventionnel, après l'intervention et lors du suivi à un mois. Les IC95 calculés sont larges mais ils excluent la valeur nulle. L'intervention réalisée peut donc être considérée comme **cliniquement significative**.

Ainsi, le groupe ayant suivi l'intervention avait une plus grande diminution de la douleur que le groupe contrôle à toutes les périodes de mesures, plus particulièrement lors du suivi à un mois.

- **Dos Santos et al. 2019 :**

Dans le cadre de cette étude, la douleur a été mesurée à l'aide de deux échelles : **l'EVA** et **l'AKPS**.

Pour l'EVA : Des effets significatifs du temps ont été retrouvés pour une douleur maximale de genou mesurée récemment ($p < 0,001$), avec une taille d'effet **faible** ($\eta^2 = 0,190$).

Quel que soit le groupe, l'article indique une réduction significative ($p = 0,002$) du score moyen de douleur de **2,75** [1,05 ; 4,44] points entre le début de l'étude et l'évaluation post-intervention et de **3,77** [1,96 ; 5,58] points entre l'évaluation finale et le suivi à 6 mois ($p < 0,001$).

Ainsi, une réduction de la douleur maximale de 54 % après l'entraînement et de 75% lors du suivi au 6^{ème} mois ont été démontrés. Ces changements, dépassant la MCID requise [102], sont en faveur d'une amélioration **cliniquement pertinente**.

Il est néanmoins important de souligner que cette diminution n'est pas identique pour les deux groupes étudiés dans la revue : Pour le groupe FFS, son intensité diminue rapidement sur du court terme alors qu'elle diminue progressivement sur du long terme pour le groupe « cadence ».

Pour l'AKPS : Une interaction significative groupe x temps ($p = 0,023$) et une **faible** taille d'effet ($\eta^2 = 0,306$) sont mentionnées dans l'étude.

L'intervention du groupe « FFS » a augmenté significativement la différence des scores AKPS entre le début de l'étude et après l'intervention ($p = 0,001$) de **-16,50** [-26,31 ; -6,68] points et entre les scores initiaux et le suivi à 6 mois ($p < 0,001$) de **-18,73** [-26,54 ; -10,92] points.

La MCID de l'échelle AKPS est **8 – 10 points** [102]. Ainsi, cette intervention induit des améliorations cliniquement pertinentes, après 8 séances de GR et qui sont maintenues sur du long terme.

L'intervention du groupe « cadence » a augmenté significativement la différence des scores AKPS entre les données initiales et le suivi à 6 mois ($p = 0,006$) de **-10,83** [-18,64 ; -3,02] points et entre les mesures post-intervention et le suivi à 6 mois ($p = 0,007$) de **-9,33** [-16,26 ; -2,40] points. Aucune amélioration ($p = 1,00$) du score n'a cependant été démontré entre le début de l'étude et à la suite de l'intervention.

Ainsi, il semblerait que les améliorations retrouvées soient **cliniquement significatives** à 6 mois. Néanmoins, en considérant le seuil minimal requis de 10 points et les IC95 indiqués comme **larges**, l'interprétation des résultats de l'étude peut être remise en cause.

- **Bramah et al. 2019 :**

L'EN est utilisée pour évaluer la douleur maximale ressentie au cours de la semaine précédente.

Les résultats, représentés sur un diagramme en barres, démontrent une réduction significative ($p < 0,016$) de l'intensité de la douleur, passant d'une moyenne de 6,2 sur 10 au début de l'étude, à 1,0 après 4 semaines puis à 0,3 au 3^{ème} mois. Cette diminution de la douleur de 5,9 points au total est supérieure à la MCID requise de 1,2 points d'après une étude de 2009 [103] et de 2,0 points dans une étude de 2004 [101]. L'intervention réalisée semble donc entraîner des modifications de la douleur cliniquement significative.

- **Sinclair et al. 2016 :**

La douleur sera évaluée durant certaines activités fonctionnelles, à l'aide de l'échelle KOOS et particulièrement de sa catégorie « douleur » qui fera l'objet de cette partie.

	Pré-intervention		Post-intervention		p-value
	Moyenne ± Écart-type	[IC95]	Moyenne ± Écart-type	[IC95]	
KOOS pain	62,04 ± 11,29	[50,18 ; 73,89]	78,41 ± 13,81	[63,91 ; 92,90]	0,003

Tableau 13 : Résultats de l'étude de Sinclair et al. sur la douleur, évalués à l'échelle KOOS

Les données transmises permettent de calculer une différence intragroupe de la moyenne du score « KOOS douleur » de -16,37 [-28,97 ; -3,77] points. Cela témoigne d'une amélioration de l'intensité de la douleur entre le début de l'étude et après l'intervention.

D'après une étude de Lohmander et al. [79], la MCID a été considérée comme étant de **10 points** pour chaque catégorie du KOOS. Ainsi, les modifications de la douleur perçue ont dépassé le seuil minimal requis pour une pertinence clinique. De plus, l'IC95 calculé exclut la valeur nulle, ce qui suppose une réduction **cliniquement pertinente** ($p = 0,003$) de la douleur après l'intervention.

- **Cheung et al. 2011 :**

Cette série de cas utilise l'échelle de sévérité du SDFP pour mesurer l'évolution de la douleur durant différentes activités fonctionnelles. Le score de douleur mesuré a été amélioré de 10,4 jusqu'à 19,5 points selon les coureurs, après la réalisation de l'intervention thérapeutique.

Le calcul des scores moyens, résumé ci-dessous, montre une amélioration rapide, de 46,6 % des douleurs évaluées par le patient, entre le début de l'étude et après l'intervention. Cette réduction de la douleur ralentit mais se poursuit jusqu'au 3^{ème} mois. Les auteurs précisent qu'il n'existe pas de MCID déterminée pour cette échelle mais qu'une amélioration des scores de 37% à 70% peut être considérée comme **cliniquement significative**, ce qui est le cas dans cette étude.

SDFP Scale	Pré-intervention	Post-intervention	Suivi à 3 mois
Moyenne (en %)	31,1	16,6	14,2

Tableau 14 : Résultats de l'étude de Cheung et al. sur la douleur, évaluée par l'échelle « SDFP severity »

L'échelle Kujala AKPS, évaluant la douleur et la fonction, est également utilisée dans cette étude.

Son score a augmenté de 7 à 18 points selon les coureurs entre les données initiales et le 3^{ème} mois. Comme précisé ci-dessus, la MCID de l'échelle AKPS est 8 - 10 points. Ainsi, les changements observés sont **cliniquement pertinents** pour deux coureurs de l'étude sur trois.

La moyenne des scores calculés, présentée ci-dessous, indique une amélioration rapide de 12,8% en post-intervention, se poursuivant progressivement jusqu'au 3^{ème} mois.

AKPS	Pré-intervention	Post-intervention	Suivi à 3 mois
Moyenne (en %)	81,3	91,7	93

Tableau 15 : Résultats de l'étude de Cheung et al. sur la douleur, évaluée par l'échelle AKPS

Compte tenu du manque de données fournies par l'étude, il n'est cependant pas possible de différencier dans le score final, les items évaluant la douleur de ceux évaluant la fonction. Seule l'amélioration du score Kujala AKPS par l'intervention réalisée est notable.

3.3.1. Critère de jugement secondaire

L'évolution de la **capacité fonctionnelle** constituera le critère de jugement secondaire. Elle sera définie, à partir des propos de Hamonet et Magalhães [104], comme étant la capacité physique d'une personne, à mener à bien l'ensemble des tâches et activités de la vie quotidienne. Seule l'étude de Roper et al. n'étudie pas ce critère de jugement.

○ Esculier et al. 2018 :

L'utilisation de l'échelle **KOS - ADLS** permet, au moyen d'un score, de suivre l'évolution de la capacité fonctionnelle dans le temps.

L'analyse des données obtenues pour les groupes « Gait retraining » et « éducation » a montré des améliorations significatives ($p < 0,05$) de la moyenne des scores à T₄, T₈ et T₂₀ par rapport au début de l'étude. La MCID requise de 13,6 points pour cette échelle, a été atteinte à la 4^{ème} semaine pour le groupe « éducation » et à la 8^{ème} semaine pour le groupe de réentraînement à la course.

Tableau 16 : Résultats de l'étude d'Esculier et al. sur la fonction – moyenne [IC95]

	Education	Gait Retraining	Différence intergroupe
20 semaines	18,4 [11,7 ; 25,1]*	15,6 [8,9 ; 22,3]*	-2,8 [-10,3 ; 4,8]
η^2	0,695	0,488	

* Changement significatif du score moyen par rapport aux valeurs de base ($p < 0,05$)

Les tailles d'effet précisées dans le *tableau 16*, démontrent que le groupe « Éducation » a une taille d'effet **modérée à forte**, supérieure au groupe « Gait retraining » qui présente une taille d'effet **modérée**. De plus, les IC95 pour la différence moyenne entre les résultats des deux groupes incluent la valeur nulle, ce qui signifie que cette différence n'est **pas cliniquement significative**.

Ainsi, les deux groupes étudiés semblent améliorer la capacité fonctionnelle des participants, mais aucun intérêt n'a été démontré quant à l'ajout d'un programme de réentraînement à la course.

○ Dos Santos et al. 2019 :

Le score du **questionnaire LEFS** utilisé comme indicateur de suivi, a permis de mettre en évidence, pour toutes les interventions effectuées, des effets significatifs du temps ($p < 0,001$).

Les différentes interventions réalisées ont augmenté significativement ($p = 0,001$) le score moyen des participants de **8,16** [3,44 ; 12,89] points entre le début de l'étude et après l'intervention et de **8,74** [4,17 ; 13,30] points entre les valeurs initiales et le suivi au 6^{ème} mois ($p < 0,001$). Le groupe « FFS » a particulièrement montré des améliorations importantes de la fonction après 8 séances.

Néanmoins, l'étude mentionne que l'augmentation des scores moyens n'a **pas atteint la MCID de 9 points** [105], requise pour une pertinence clinique. De plus, la taille d'effet ($\eta^2 = 0,269$) précisée dans l'étude est **faible**, ce qui tend à remettre en cause l'intérêt clinique des interventions.

- **Bramah et al. 2019 :**

Le **questionnaire LEFS** est également utilisé dans cette étude pour suivre l'évolution de la capacité fonctionnelle.

Les résultats, présentés sur un diagramme en barres, indiquent une amélioration statistiquement significative ($p \leq 0,01$) du score LEFS passant de 62,3 points au début de l'étude à 76,6 à 4 semaines et 79,7 à 3 mois. Cette augmentation de 14,3 points à 4 semaines et de 17,4 points à 3 mois est supérieure à la MCID de 9 points requise pour cette échelle [105], ce qui témoigne d'une certaine pertinence clinique de l'intervention.

- **Sinclair et al. 2016 :**

La fonction sera évaluée à l'aide de l'échelle **KOOS**, notamment des catégories « **fonction et vie quotidienne** » et « **sport-activités** ».

Tableau 17 : Résultats de l'étude de Sinclair et al. sur la fonction

KOOS	Pré-intervention		Post-intervention		p-value
	Moyenne ± Écart-type	[IC95]	Moyenne ± Écart-type	[IC95]	
Fonction et vie quotidienne	67,68±12,54	[54,53 ; 80,84]	80.08±16,19	[63,90 ; 97,07]	0,001
Sport-Activités	53,61±19,02	[33,66 ; 73,57]	72.67±15,07	[56.85 ; 88.48]	0,027

Les données recueillies dans le *tableau 17* permettent de calculer une différence intragroupe de la moyenne du score « KOOS fonction » de - 12,4 [-26,87 ; 2,07] points entre le début de l'étude et après l'intervention ($p=0,001$). L'IC95 précisé tend à montrer des améliorations statistiquement significatives du score, bien qu'il inclue la valeur nulle. Il n'est cependant pas possible de raisonnablement conclure que l'effet retrouvé est cliniquement pertinent.

La différence intragroupe du score « KOOS Sport-Activités » est de -19,06 [-36,21 ; -1,91] points ($p=0,027$), ce qui témoigne d'une amélioration statistiquement et cliniquement significative de la capacité fonctionnelle entre le début de l'étude et après l'intervention.

Ces changements cliniques dépassent la MCID requise de 10 points, ce qui est en faveur d'une pertinence clinique des résultats [79].

4. Discussion

Ce travail de recherche vise à clarifier l'intérêt thérapeutique de deux interventions fréquemment discutées dans la littérature scientifique et en pratique clinique. Il cherche à déterminer si un programme d'éducation à la gestion de la charge d'entraînement permet d'améliorer les douleurs et la capacité fonctionnelle des sujets souffrant d'un SDFP, par rapport à un réentraînement à la course.

Cette revue a pour objectif d'aboutir, si possible, à une priorisation de ces interventions selon leur efficacité sur les critères de jugement étudiés et leur pertinence en pratique.

L'hypothèse initiale de ces recherches était que les préférences motrices d'un individu lui sont propres, par conséquent adaptées et idéales. Suivant cela, la gestion de l'entraînement seule pourrait avoir un effet semblable ou supérieur sur la diminution des douleurs et l'amélioration de la fonction, au réentraînement à la course.

Pour affirmer ou infirmer cette hypothèse, il convient d'interpréter les résultats précisés plus haut.

4.1. Analyse des principaux résultats

4.1.1. Hétérogénéité et limites des études

Les limites de la validité interne de chaque étude devront être considérées dans cette analyse. De plus, les études incluses présentent de nombreuses différences allant de leur schéma d'étude, aux caractéristiques de la population, des interventions jusqu'aux outils de mesure utilisés pour les résultats. Cela complique leur comparaison et remet en cause leur applicabilité clinique.

4.1.1.1. Caractéristiques de la population

Cette revue de littérature porte sur un **faible échantillon** de **127 coureurs** récréatifs, variant de 3 sujets dans l'étude de Cheung et al., jusqu'à 69 personnes dans l'étude de Esculier et al. Ces faibles populations analysées peuvent compliquer la généralisation des résultats à la population globale.

	<i>n</i>	Sexe	Age moyen (Année)	Symptômes (Année)	Expérience (Année)	Distance de course par semaine (km)
Esculier 2018	69	43F/26H	30,77	2,40	6,03	20,3
Roper 2016	16	11F/5H	23,06	-	-	30,68
Dos santos 2019	18	9F/9H	27,28	2,32	2,38	22,95
Bramah 2019	12	8F/4H	39,92	> 0,25	-	29,03
Sinclair 2016	9	9H	29,33	-	-	-
Cheung 2011	3	3F	Entre 26 et 32	3,33	4,33	26,7

Tableau 18 : Hétérogénéité de la population étudiée

○ **Âge**

La population étudiée a une **moyenne d'âge de 29,9 ans**. Une moyenne minimale de 23 ans est retrouvée pour l'étude de Roper et al., contre une moyenne maximale de 40 ans pour l'étude de Bramah et al. Ces variations d'âge des populations entre les études, augmentent les chances que les échantillons soient représentatifs de la population générale. Néanmoins, cela complique la comparaison des résultats entre les études et rend impossible la réalisation d'une analyse quantitative.

○ **Sexe**

L'échantillon analysé compte **74 femmes et 53 hommes**, ce qui est assez représentatif de la population générale, compte tenu du fait que les femmes sont plus touchées par le SDFP que les hommes. Néanmoins, la série de cas de Sinclair et al. [96] repose exclusivement sur l'analyse de 9 hommes et celle de Cheung et al. [93], sur 3 sujets féminins. L'interprétation des résultats de ces deux études ne sera donc pas comparable aux autres études et extrapolable à la population générale.

○ Pratique de la course à pied

Aucune des six études incluses dans la revue ne précise avoir utilisé une définition du terme « **récréatif** » caractérisant la population étudiée, pour la sélection des sujets. Il n'est donc pas possible de savoir sur quels critères (expérience, distance de course...) se basent les auteurs pour classer les coureurs dans cette catégorie ni si ces critères sont comparables entre les études.

De plus, tous les participants n'ont pas la même **expérience** en course à pied : Elle varie de 2,4 années environ pour l'étude de Dos Santos et al., et jusqu'à 6 ans dans l'étude d'Esculier et al. Les études de Roper et al., Bramah et al. et Sinclair et al., ne précisent pas cette donnée bien qu'elle soit importante pour la généralisation des résultats. Il en est de même pour le **volume d'entraînement** qui diffère d'une étude à l'autre.

Ces différences rendent les populations étudiées potentiellement hétérogènes et par conséquent difficilement comparables.

○ Pathologie

Tous les participants aux études présentent un **syndrome douloureux fémoro-patellaire** confirmé par différentes définitions et différents tests ou critères.

Seule l'étude de Cheung et al.[93] ne précise pas les **critères d'inclusion des participants** et de **diagnostic de la pathologie** : la seule présence d'une douleur fémoro-patellaire unilatérale, d'une durée supérieure à un an, est requise. En l'absence de tests précis réalisés, il n'est pas possible de totalement confirmer le diagnostic d'un SDFP. Cette étude est également la seule à ne pas être exhaustive sur les **critères d'exclusion** des participants. Cela induit le risque que les résultats obtenus concernant la douleur et la fonction ne soient pas spécifiquement dus à l'évolution du SDFP.

Dans les cinq autres études, le **diagnostic du SDFP** se base sur le **tableau clinique** des participants, confirmé à partir de critères précis :

- Douleur rétro-patellaire ou antérieure de genou, liée à la course à pied
- Douleur reproduite par les activités suivantes : position assise prolongée, montée et descentes des escaliers, accroupissement, agenouillement, course à pied
- Douleur cotée à minimum 3 sur 10, sur une échelle d'évaluation de la douleur

Ces critères sont cependant issus de **définitions différentes** [55,60,106], ce qui est responsable de certaines subtilités dans leur description. Seule l'étude de Dos Santos et al. ne rapporte aucune référence utilisée. L'échelle de douleur utilisée pour ces critères varie selon les études : Bramah et al. utilisent l'EN, alors que les quatre autres études utilisent l'EVA. Le nombre minimal d'activités reproduisant la douleur varie également d'une étude à l'autre. Enfin, certaines études précisent la durée minimale des symptômes [92,95], d'autres mentionnent le mode d'apparition de la douleur [96], ou encore un score fonctionnel maximal [92].

Bien que subtilement différents, ces critères n'en sont pas moins comparables, s'ils sont utilisés de la même manière. L'examen physique initial est réalisé subjectivement par un kinésithérapeute pour trois études [91,93,94], et un évaluateur de profession non précisé, dans les trois autres études [92,95,96]. L'hétérogénéité des études pourrait être réduite en utilisant une **définition et des critères uniques** de diagnostic de cette pathologie ainsi qu'un examen clinique reproductible.

Par ailleurs, la **durée des symptômes** du SDFP varie d'une étude à l'autre. Si elle est supérieure à trois mois, les symptômes sont considérés comme **chroniques**. Pour les études Esculier et al., Cheung et al. et Dos Santos et al., les symptômes persistent depuis plus de deux ans. Bramah et al. évoquent que les symptômes des participants sont supérieurs à 3 mois, sans préciser leur durée exacte, qui peut fortement varier. Roper et al. mentionnent seulement une douleur chronique auto-déclarée par les participants à l'étude. Enfin, l'étude de Sinclair et al. ne précise aucune durée du SDFP. Elle s'appuie sur les recommandations de Crossley et al. [106] qui n'incluent que les sujets ayant des symptômes

depuis un mois minimum. Cette étude pourrait ainsi étudier des pathologies **aigues** comme **chroniques**.

Il existe donc un manque des données rapportées, ce qui pourrait biaiser l'effet des interventions.

4.1.1.2. Modalités des interventions masso-kinésithérapiques

Comme détaillées dans la partie résultats « Études incluses », plusieurs interventions sont analysées :

- **L'éducation :**

Seule l'étude d'Esculier et al. analyse l'intérêt thérapeutique de l'éducation. Ce programme individualisé de gestion de la charge, consiste à apprendre aux participants comment adapter leur entraînement en fonction de leurs symptômes, particulièrement la douleur. Il a été dispensé à tous les groupes de l'étude. Ainsi, seul l'effet du groupe éducation est interprétable séparément.

Sinclair et al. ne mentionnent pas l'éducation comme étant une intervention de leur étude. Pourtant, ils réalisent un programme en autonomie permettant aux coureurs d'augmenter progressivement leur distance de course hebdomadaire. Dans l'étude de Bramah et al. les participants peuvent augmenter leur volume de course en autonomie, s'ils maintiennent la douleur ressentie à un certain seuil. Néanmoins, l'effet de ces conseils est indissociable de l'effet des programmes réalisés.

- **Le réentraînement à la course :**

Il est réalisé sur un tapis roulant pour l'ensemble des études incluses, sauf pour celle de Sinclair et al. Les feedbacks utilisés sont généralement subjectifs, et pas toujours précisés dans les études. Il convient d'en tenir compte lors de la mise en application clinique.

Il est étudié dans cette revue de deux manières différentes, qui sont parfois réalisées simultanément :

- **Augmentation de la cadence**

Toutes les études incluses, à l'exception de celle de Roper et al. réalisent cette intervention. Deux études [94,95] augmentent la cadence de 10%, Esculier et al. précisent une augmentation de 7,0%. Dans cette étude, le groupe « Gait retraining » suit également un programme d'éducation, ce qui complique l'interprétation des résultats.

Enfin, Cheung et al. et Sinclair et al. rapportent uniquement les consignes données aux participants « augmentez la cadence » et « diminuez la longueur des pas ».

Les mesures initiales de la cadence de course sont seulement rapportées pour deux études (*Esculier et al.*, *Bramah et al.*), ce qui complique la comparaison entre les études et l'applicabilité clinique de l'intervention.

- **Par une modification du schéma de pose du pied**

Toutes les études incluses, exceptée celle de Bramah et al. réalisent cette intervention visant à modifier l'attaque du pied au sol, de l'arrière-pied à l'avant-pied.

Dans ces études, cette transition se réalise par des instructions verbales données par les examinateurs : « courez avec des pas légers », « frappez avec l'avant-pied », « courez sur la pointe des pieds » etc.

Toutes les études réalisant cette intervention, à l'exception de celle de Roper et al., incluent également une augmentation de la cadence de course, développée ci-dessus.

Seuls Esculier et al. incluent des coureurs FFS et RFS dans leur étude. Son groupe « Gait retraining » comprend 9 coureurs FFS et 14 coureurs RFS. L'étude précise dans ce cas, que la modification du pattern ne s'effectuera que si les kinésithérapeutes la jugent utile. Ce groupe suit ainsi un programme de réentraînement, pouvant prendre différentes formes selon les participants, et un programme

d'éducation. Seuls les résultats du groupe pourront être interprétés et non ceux de chaque intervention.

Enfin, il est important de préciser que l'analyse du schéma de pose du pied est subjective pour l'étude de Roper et al. et n'est pas précisée pour l'étude d'Esculier et al. Il existe donc un risque que les participants aient mal été évalués.

○ **Traitements supplémentaires et comparatifs :**

L'essai de Roper et al. utilise un groupe contrôle suivant le même programme thérapeutique, avec un volume de course identique au groupe expérimental, sans feedback verbal.

Dans l'étude de Dos Santos et al., un groupe expérimental consistant à modifier l'inclinaison du tronc durant la course a été mis en place et comparé aux deux autres groupes étudiés dans cette revue.

Enfin, trois études intègrent la réalisation d'exercices au programme étudié ou l'utilisent comme comparateur. Dans l'étude de Cheung et al., chaque session du programme débute par un échauffement standardisé incluant des étirements des membres inférieurs et du vélo à faible résistance. Le programme de course de Sinclair et al. intègre huit exercices d'étirement et de renforcement afin de prévenir le risque de blessures. Ces exercices supplémentaires pourraient consister un **biais de confusion** des résultats obtenus. Enfin, Esculier et al. étudient l'effet d'un programme standardisé d'exercices parallèlement au programme d'éducation délivré.

En plus de ces différences, ces programmes ont également une mise en application qui varie. Certains sont de courte durée alors que d'autres se poursuivent durant plusieurs semaines. Le nombre de sessions et leur durée varie également en fonction des études. Certaines études favorisent l'autonomisation [92,95,96], ce qui ne permet pas de vérifier le respect du protocole par les participants. D'autres [91,93,94] préfèrent opter pour un programme supervisé.

Ces nombreuses différences et limites dans les études contribuent à leur hétérogénéité, compliquent leur comparaison et par conséquent la généralisation de leurs résultats.

4.1.1.3. Critères de jugement

Les outils évaluant l'intensité de la **douleur de genou** et la **capacité fonctionnelle** sont nombreux. Ils sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

	Douleur de genou	Capacité fonctionnelle
Esculier 2018	EVA	KOS-ADLS
Roper 2016		
Dos santos 2019	EVA et Kujala AKPS	LEFS
Bramah 2019	EN	
Sinclair 2016	KOOS	
Cheung 2011	Échelle Kujala AKPS	
	Échelle de sévérité du SDFP	

Tableau 19 : Outils de mesure utilisés

Seules l'EVA et l'EN, évaluant l'intensité de la douleur de 0 à 10, donnent des résultats assez semblables.

Les autres échelles évaluant l'intensité de la douleur et/ou la fonction sont hétérogènes et diffèrent sur divers points : la forme, les activités évaluées, le nombre d'items, les réponses possibles etc. Les résultats ainsi obtenus sont donc difficilement comparables et doivent être traités avec précaution pour ne pas biaiser leur interprétation clinique.

4.1.2. Effets des interventions sur les critères de jugement

4.1.2.1. L'éducation

L'étude d'Esculier et al. a mis en évidence une diminution significative ($p < 0,05$) de l'intensité de la douleur à T₄, T₈ et T₂₀, allant de 1,7 points pour la douleur usuelle, de 2,9 points pour la douleur à la course et jusqu'à 3,5 points pour la douleur maximale.

EVA - U	T ₀	2,8±1,5	
	T ₄	1,4±1,3	-1,3 [-2,4 ; -0,3]*
	T ₈	1,1±1,5	-1,6 [-2,7 ; -0,6]*
	T ₂₀	1,1±1,0	-1,7 [-2,9 ; -0,6]*
	η ²	0,433	
EVA - W	T ₀	5,8±1,8	
	T ₄	3,1±1,6	-2,7 [-4,1 ; -1,3]*
	T ₈	2,4±1,9	-3,4 [-4,9 ; -2,0]*
	T ₂₀	2,3±1,8	-3,5 [-5,1 ; -1,9]*
	η ²	0,587	
EVA - R	T ₀	5,3±1,9	
	T ₄	2,8±1,9	-2,5 [-3,8 ; -1,1]*
	T ₈	2,4±2,3	-2,9 [-4,2 ; -1,7]*
	T ₂₀	2,4±2,1	-2,9 [-4,2 ; -1,6]*
	η ²	0,623	
* Changement du score par rapport à T ₀ ($p < 0,05$)			

Les intervalles de confiance à 95% précisés dans l'étude sont **larges** mais ils **excluent la valeur nulle**. Les différences intra-groupes observées sont donc cliniquement significatives. Néanmoins, les IC de l'EVA-U se rapprochent de 0 : leur interprétation doit donc être prise avec précaution.

L'analyse de la MCID permet de déterminer que l'évolution de la douleur usuelle après la 4^{ème} semaine est négligeable par rapport aux valeurs initiales. Elle est modérément améliorée à T₈ et T₂₀. L'intensité de la douleur maximale et la course est modérément améliorée à T₄, T₈ et T₂₀. Néanmoins, pour les trois échelles de mesures, les changements entre T₈ et T₂₀ sont négligeables : la réduction de la douleur se maintient sur du long terme.

Enfin, la **taille d'effet** de l'éducation est **modérée** pour la douleur usuelle et maximale. Elle a un effet **modéré à fort** pour la douleur durant la course.

Ainsi, l'éducation améliore modérément la douleur usuelle à partir de huit semaines, qui se maintient jusqu'à cinq mois. Elle améliore modérément la douleur maximale et à la course dès la quatrième semaine et se maintient jusqu'au 5^{ème} mois.

Son effet intragroupe est plus grand pour la douleur maximale et à l'activité.

La **capacité fonctionnelle** a montré des améliorations significatives ($p < 0,05$) des scores KOS-ADLS, à T₄, T₈ et T₂₀ en comparaison aux données initiales, et des scores à T₈ par rapport à T₄. Ces améliorations se maintiennent jusqu'au 5^{ème} mois.

KOS-ADLS	T ₀	70,7±8,8	
	T ₄	84,8±8,0	+14,1 [8,0 ; 20,2]*
	T ₈	88,8±9,0	+18,1 [11,5 ; 24,8]*†
	T ₂₀	89,1±8,5	+18,4 [11,7 ; 25,1]*
	η ²	0,695	
* Changement du score par rapport à T ₀ ($p < 0,05$)			

La MCID requise est atteinte aux différentes mesures réalisées. Cela suppose que l'éducation est cliniquement pertinente pour améliorer la capacité fonctionnelle des participants à différents termes.

Les IC95 indiqués sont **larges** et bien qu'ils excluent la valeur nulle, ils incluent des valeurs inférieures au seuil minimal requis.

Enfin, la taille d'effet (η^2) intragroupe de l'éducation est **modérée à forte** pour ce critère de jugement.

Seule cette étude est retrouvée concernant l'application d'un programme d'éducation seul. Sa qualité méthodologique est forte (8/10 à l'échelle PEDro) mais son échantillon de 23 participants est faible. La réduction de la douleur et l'amélioration de la capacité fonctionnelle intragroupe laissent présager d'un **effet positif** de l'intervention. Les résultats obtenus sont encourageants compte tenu de leur signification statistique et clinique. Néanmoins, il est nécessaire de réaliser des études supplémentaires s'appuyant sur une **définition standardisée de l'éducation** et un plus **grand échantillon** avec un **groupe contrôle**, afin de confirmer et généraliser les résultats obtenus.

4.1.2.2. Le gait retraining

Sur l'ensemble des études incluses dans la revue, une étude analyse l'augmentation de la cadence, une autre étudie la modification du pattern de course, et trois études analysent l'effet de ces deux interventions.

Concernant la douleur, l'étude de **Roper et al.** a montré une diminution significativement ($p < 0,05$) plus importante des niveaux de douleur à l'EVA, dans le groupe expérimental par rapport au groupe contrôle. La diminution de son intensité est de 4,3 points entre le début de l'étude et les mesures réalisées après l'intervention et au suivi à un mois. Cette diminution est cliniquement significative, car supérieure à la MCID requise. De plus, les IC95 précisés excluent la valeur nulle, ce qui est en faveur d'une diminution significative de la douleur.

La taille d'effet donne une **valeur faible** ($\eta^2 = 0,29$) avec une différence moyenne intergroupe de 1,7 points après l'intervention et de 2,7 points lors du suivi à un mois. Les IC95 associés à ces différences sont larges et montrent une diminution minimale de la douleur de 0,23 à l'EVA à court terme et de 1,36 au suivi.

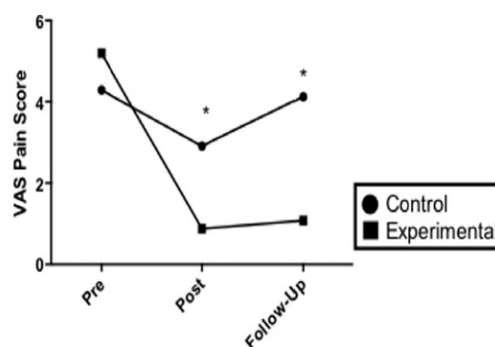


Figure 12 : Score moyen de la douleur à l'EVA, avant, après et un mois après le réentraînement.

Seul cet ECR analyse l'effet d'une modification du pattern uniquement. Sa qualité méthodologique modérée (5/10 à l'échelle PEDro) et son faible échantillon de 8 participants par groupe, ne permettent pas de confirmer l'effet de l'intervention réalisée sur la douleur. Les résultats demeurent néanmoins encourageants, en **faveur d'un bénéfice** de l'intervention maintenu durant un mois.

Il sera donc utile de réaliser **d'avantages d'études** sur une **plus grande population** avec une **période de suivi plus longue** pour confirmer et appliquer les résultats obtenus sur du long terme.

L'étude de **Bramah et al.** a démontré une réduction significative ($p < 0,016$) de l'intensité de la douleur à l'aide de l'échelle numérique. La différence de la diminution de la douleur est de 5,9 points entre le début de l'étude et le suivi au 3^{ème} mois. Cette diminution est supérieure à la MCID requise [103], ce qui est en faveur d'une pertinence clinique.

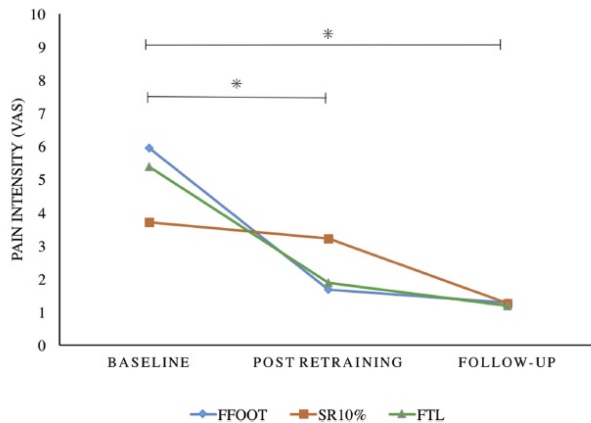
Seule cette **série de cas** recherche l'effet d'une augmentation de la cadence seulement. Elle est réalisée sur une faible population de 12 participants et comporte plusieurs biais méthodologiques importants. Cela, ajouté au manque de données fournies (taille d'effet, IC95 etc.), ne nous permet pas de conclure d'un quelconque effet de l'intervention.

Les prochaines études réalisées devront être de **meilleure qualité** et **inclure plus de patients** pour montrer un potentiel effet de l'intervention.

La série de cas de **Cheung et al.** a mis en évidence une amélioration rapide de 46,6 % des douleurs mesurées à l'échelle de sévérité du SDFP, après l'intervention, sans préciser la valeur p . Cette amélioration est considérée comme cliniquement significative d'après les auteurs de l'étude.

Les scores Kujala AKPS ont montré des augmentations de 7 jusqu'à 18 points au suivi à trois mois. Les changements de scores observés sont cliniquement significatifs pour deux tiers des participants à l'étude. Néanmoins, du fait du manque de précision, une interprétation exhaustive des scores n'est pas possible : les effets de l'intervention sur la douleur et la fonction sont indissociables.

L'étude de **Dos Santos et al.** indique une diminution significative ($p=0,002$) importante de la douleur à l'EVA, de 2,75 points en moyenne après l'intervention et de 3,77 points lors du suivi à 6 mois ($p<0,001$). Ces changements, dépassant la MCID, sont en faveur d'une **pertinence clinique**. Les intervalles de confiance à 95% indiqués sont **larges**, variant de 1,05 à 4,44 après l'intervention et de 1,96 à 5,58 au 6^{ème} mois. Ceci est probablement dû au faible échantillon utilisé (12 participants).



Les résultats sont indiqués indifféremment des groupes étudiés, ce qui ne permet pas de savoir si leurs effets sont identiques ou différents aux différents termes.

Le schéma ci-contre met en évidence une diminution rapide de la douleur pour le groupe FFOOTS, et une diminution plus progressive pour le groupe augmentant la cadence de course.

Figure 13 : Intensité moyenne de la douleur à l'EVA, au départ, après l'entraînement et après 6 mois.

FFOOT : schéma de frappe de l'avant-pied ; SR10% : augmentation de la cadence de pas de 10% ; FTL : inclinaison du tronc vers l'avant

De même, la modification du pattern de course a permis une augmentation significative des scores de l'échelle AKPS, de 16,50 points après l'intervention ($p=0,001$) et de 18,73 au suivi à 6 mois ($p<0,001$).

La MCID étant ainsi atteinte, les améliorations obtenues peuvent être considérées comme cliniquement pertinentes. Cependant, l'intervalle de confiance à 95% associé aux mesures prises après l'intervention est large, variant de 6,68 à 26,31. Le score minimal possible est inférieur à la MCID requise, ce qui remet en cause la pertinence clinique de l'intervention après 8 séances.

Enfin, la modification de la cadence de course, a permis d'augmenter significativement ($p=0,006$) les scores de 10,83 points au suivi à 6 mois. Une augmentation de 9,33 points a aussi été mise en évidence entre les mesures prises après l'intervention et le suivi. Les intervalles de confiance indiqués sont larges et incluent des valeurs minimales (respectivement 3,02 et 2,40) largement inférieures à la MCID. Les changements de scores paraissent cliniquement significatifs sur du long terme, mais leur applicabilité doit être réalisée avec précaution.

L'étude de **Sinclair et al.** précise une augmentation significative ($p=0,003$) de la moyenne intragroupe du score « KOOS pain » de 16,37 points après l'intervention. Compte tenu de cela et de l'IC95 associé, la réduction de la douleur après l'intervention est considérée comme **cliniquement significative**. Néanmoins, du fait du faible échantillon analysé ($n=9$), cet IC95 est large et inclut des valeurs inférieures à la MCID requise.

	Pré-intervention Moyenne [IC95]	Post-intervention Moyenne [IC95]	Différence intragroupe [IC95]
KOOS pain	62,04 [50,18 ; 73,89]	78,41 [63,91 ; 92,90]	16,37 [3,77 ; 28,97]

Ces trois séries de cas, étudiant l'effet des deux réentraînements à la course, montrent des résultats **hétérogènes** concernant la diminution de l'intensité de la douleur. Les preuves obtenues tendent à montrer un effet bénéfique de ces interventions, plus marqué sur du court terme lors de la modification du pattern de course et sur du long terme lors de l'augmentation de la cadence.

Les intervalles de confiance à 95% sont larges, et la qualité de ces études est trop faible pour conclure véritablement d'un effet des interventions sur la douleur.

Des évaluations futures **homogènes, de meilleure qualité**, réalisées sur des **échantillons plus larges** pourraient permettre d'interpréter les effets cliniques de ces interventions.

Seulement quatre études incluses dans la revue évaluent la capacité fonctionnelle des participants.

L'étude de **Bramah et al.** a mis en évidence une augmentation statistiquement significative ($p \leq 0,01$) de la moyenne du score LEFS, de 14,3 points à 4 semaines et de 17,4 points à 3 mois. Ces différences sont supérieures à la MCID [105] et par conséquent cliniquement significatives.

Cette étude de faible qualité méthodologique, réalisée sur un petit échantillon de 12 personnes, ne fournit pas assez de données quantitatives (moyenne, IC95, écart-type, taille d'effet...) pour analyser de manière exhaustive les résultats. Pour conclure sur l'intérêt de l'intervention réalisée, d'autres études **plus complètes** et de **meilleure qualité** devront être réalisées.

Comme abordé ci-dessus, l'étude de **Cheung et al.** ne permet pas de dissocier les effets des interventions sur les deux critères de jugement étudiés. Seule une appréciation générale de leurs effets est interprétable : une amélioration du score AKPS est significative pour deux coureurs de l'étude.

L'étude de **Dos santos et al.** a montré une augmentation significative des scores LEFS de 8,16 points après l'intervention ($p=0,001$) et de 8,74 points en moyenne lors du suivi au 6^{ème} mois ($p<0,001$), indépendamment des interventions réalisées.

Un diagramme fourni par l'étude permet d'observer une augmentation importante des scores moyens après l'intervention, pour le groupe FFOOT. Une augmentation moins marquée et plus progressive est observable pour le groupe modifiant la cadence.

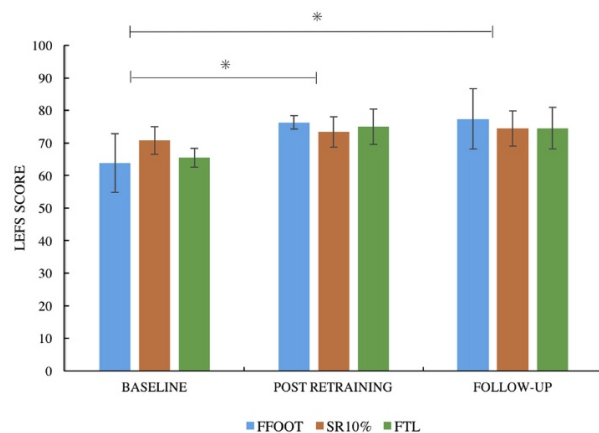


Figure 14 : Moyenne (écart-type) du score LEFS au départ, après l'entraînement et après 6 mois de suivi.

L'étude précise que cette amélioration des scores n'est **pas cliniquement pertinente**. Ceci est appuyé par les IC95 qui incluent des valeurs inférieures au MCID requis. Enfin, la taille d'effet est **faible**, ce qui remet en cause l'applicabilité clinique des résultats.

L'étude de **Sinclair et al.** a montré une augmentation significative de la moyenne des scores « KOOS fonction » de 12,4 points ($p=0,001$) et « KOOS Activités » de 19,06 ($p=0,027$) après l'intervention avec des IC95 larges. Les changements observés sont supérieurs à la MCID requise, ils peuvent donc être considérés comme **cliniquement significatifs**.

Cependant, l'IC95 associé à la différence intragroupe du score « KOOS fonction » inclut la valeur nulle. Ainsi, bien qu'une amélioration cliniquement significative tende à être démontré, aucune conclusion ne peut être donnée sur l'effet retrouvé.

	Pré-intervention Moyenne [IC95]	Post-intervention Moyenne [IC95]	Différence intragroupe [IC95]
Fonction et AVQ	67,68 [54,53 ; 80,84]	80,08 [63,90 ; 97,07]	12,4 [-2,07 ; 26,87]
Activités et sport	53,61 [33,66 ; 73,57]	72,67 [56,85 ; 88,48]	19,06 [1,91 ; 36,21]

Ces trois **séries de cas** montrent des résultats **très inhomogènes** quant à l'amélioration de la fonction. Les résultats obtenus pour deux de ces études, tendent à montrer un effet positif des interventions. Cet effet paraît plus important sur du court terme lors de la modification du pattern de course et discret, sur du long terme, à l'augmentation de la cadence de course. Ces améliorations ne sont néanmoins pas cliniquement pertinentes pour toutes les études et tous les participants.

La faible qualité des études, le manque de précision des résultats et l'étendu des IC95 indiqués, ne permettent pas de conclure sur l'intérêt des interventions réalisées. D'avantages d'études de **meilleure qualité**, réalisées sur une **population plus large** seront donc nécessaires.

4.1.2.3. La combinaison des deux interventions

Seule l'étude d'Esculier et al. permet d'analyser comparativement les résultats d'un programme de réentraînement à la course associé à de l'éducation (GR-E), à un programme d'éducation seulement.

Concernant l'évaluation **des douleurs**, le programme de GR-E a montré des améliorations significatives ($p < 0,05$) de toutes les moyennes des scores à T₄, T₈ et T₂₀ par rapport aux données initiales. Les intervalles de confiance à 95% indiqués pour toutes ces mesures, excluent la valeur nulle, ce qui témoigne d'une certaine significativité clinique. Pour l'EVA-U, ils sont néanmoins très proches de 0.

EVA - U	T ₄	-1,1 [-2,1 ; -0,1]*
	T ₈	-1,5 [-2,5 ; -0,4]*
	T ₂₀	-1,6 [-2,7 ; -0,4]*
	η ²	0,273
EVA - W	T ₄	-2,2 [-3,6 ; -0,8]*
	T ₈	-3,0 [-4,4 ; -1,6]*
	T ₂₀	-2,8 [-4,3 ; -1,2]*
	η ²	0,345
EVA - R	T ₄	-2,6 [-3,9 ; -1,3]*
	T ₈	-3,3 [-4,6 ; -2,1]*
	T ₂₀	-3,6 [-4,9 ; -2,3]*
	η ²	0,486
* Changement par rapport à T ₀ ($p < 0,05$)		

La MCID est atteint à T₄, T₈ et T₂₀ pour les échelles mesurant la douleur maximale et à l'activité, et à partir de T₈ pour la douleur usuelle, en se basant sur le seuil inférieur de 1,5 points. Ainsi, les améliorations de la douleur maximale et durant la course sont statistiquement et cliniquement significatives à court, moyen et long terme. Ce n'est pas le cas pour les mesures de la douleur usuelle, qui ne démontrent un effet clinique qu'à partir du moyen terme.

Les tailles d'effet intragroupe confirment ces propos. L'effet est **faible** pour la douleur usuelle, **faible à modérée** pour la douleur maximale et **modérée** pour la douleur exprimée durant la course.

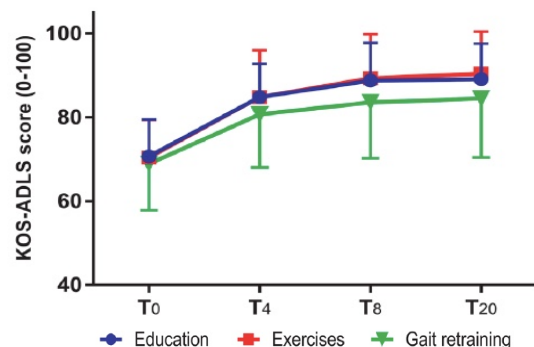
Ce programme GR-E a donc un effet plus important sur la douleur maximale et à l'activité.

Les différences moyennes entre les groupes « GR-E » et « Éducation » sont associées à des intervalles de confiance **incluant la valeur nulle**. La différence entre ces deux groupes d'intervention n'est donc **pas significative**. Autrement dit, aucun effet n'a été démontré quant à l'ajout d'un programme de réentraînement à la course à l'éducation. Ceci est également démontré par les tailles d'effet qui sont supérieures dans le groupe éducation.

L'éducation a donc un effet plus important lorsqu'elle est réalisée seule qu'associée à un réentraînement à la course. Le groupe GR-E connaît pourtant de plus grandes améliorations des scores pour la douleur à la course, bien que sa taille d'effet demeure inférieure.

L'analyse de la moyenne des scores KOS-ADLS, évaluant **la capacité fonctionnelle**, a montré des améliorations significatives ($p < 0,05$) pour le groupe GR-E. Les scores à T₄, T₈ et T₂₀ ont été améliorés par rapport au début de l'étude, passant de 11,8 points jusqu'à 15,6 à T₂₀.

Figure 15 : Scores KOS-ADLS moyens, en fonction des interventions. Les barres d'erreur indiquent l'écart-type.



Les intervalles de confiance à 95% associés à ces scores sont larges mais cliniquement significatifs.

De plus, la MCID de 13,6 points a été atteinte à partir de T₈ puis maintenu jusqu'à T₂₀. En revanche, les intervalles de confiance à 95% associés, incluent des valeurs inférieures au seuil requis, ce qui pourrait biaiser l'interprétation des résultats. Enfin, la taille d'effet intragroupe du programme GR-E, est considérée comme **modérée**.

Les valeurs de différence intergroupe permettent de comparer l'effet des deux programmes. Ces valeurs sont associées à des IC95 incluant la valeur nulle, ce qui signifie que la différence intergroupe n'est **pas significative**. La comparaison des tailles d'effet des deux groupes étudiés appuie également ces propos. Le programme d'éducation a un effet **fort**, supérieur à celui du groupe GR-E.

Ainsi, l'intervention du groupe GR-E a entraîné une amélioration de la capacité fonctionnelle des participants, inférieure à celle du groupe d'éducation seul. Ainsi, l'ajout d'un programme de réentraînement à la course ne semble pas bénéfique pour augmenter l'amélioration de la fonction. Au contraire, il diminue l'augmentation du score KOS-ADLS.

Une seule étude incluse dans la revue utilise l'éducation comme groupe contrôle et compare son intérêt à l'ajout d'un programme de réentraînement à la course. Cette étude a une bonne qualité intrinsèque (8/10 sur l'échelle PEDro) mais elle est réalisée sur une population de taille modeste (2 groupes de 23 participants), ce qui complique la généralisation des résultats.

Néanmoins les résultats obtenus laissent supposer qu'un programme d'éducation est plus efficace seul que lorsqu'il est associé à un réentraînement à la course, pour diminuer les douleurs et améliorer la fonction. Il n'est cependant pas possible de conclure d'une quelconque supériorité entre un GR seul et un programme d'éducation.

Il serait donc nécessaire de réaliser **d'avantages d'études contrôlées**, afin d'analyser chaque intervention séparément, avant de les comparer entre-elles. De plus, une définition standardisée de l'éducation est nécessaire pour sa mise en application clinique.

La généralisation et la mise en application de ces résultats en pratique clinique devra néanmoins prendre en compte l'hétérogénéité, les biais et les limites des études dont ils sont issus.

4.2. Applicabilité en pratique clinique

4.2.1. Bénéfices et tailles d'effet

Les interventions décrites et réalisées dans les six articles sélectionnés diffèrent dans leurs modalités d'application et dans leurs objectifs intrinsèques. Les effets de chaque intervention sur les critères de jugement étudiés, vont être résumés dans cette partie.

Concernant l'évolution de la douleur, les résultats obtenus tendent à montrer un **effet bénéfique** mais **hétérogène** de chaque intervention.

L'étude de Roper et al. a montré que la transition vers une foulée avant-pied diminue significativement l'intensité de la douleur, après l'intervention et durant un mois, avec une taille d'effet faible. L'étude de Bramah et al. a montré que l'augmentation de la cadence de course réduit significativement l'intensité de la douleur après 4 semaines, l'effet se maintenant jusqu'à 3 mois après l'intervention. Deux études de faible qualité (*Cheung et al. et Sinclair et al.*), combinant ces interventions, ont également confirmé une amélioration de la douleur après l'entraînement, se poursuivant, pour une étude (*Cheung et al.*), jusqu'au 3^{ème} mois. D'après l'étude de Dos santos et al., la modification du schéma de pose du pied améliore significativement la douleur après l'intervention, l'effet se maintenant jusqu'au 6^{ème} mois. L'augmentation de la cadence, permet une réduction significative de la douleur, plus marquée sur du long terme, à 6 mois. Bien que ces effets soient en faveur d'une réduction significative de la douleur, **aucun intérêt n'a été démontré dans l'ECR d'Esculier et al. quant à l'ajout d'un programme de réentraînement à la course à l'éducation**. L'éducation seule permet de diminuer significativement l'intensité des douleurs (usuelle, maximale et à la course) du premier mois jusqu'au suivi à 5 mois. Ses effets, **modérés à forts**, sont plus importants pour la douleur maximale et à la course, et supérieurs au groupe ajoutant un programme de réentraînement à la course.

Concernant la capacité fonctionnelle, les effets des interventions sont **discutables**, du fait que seuls les résultats de quatre études hétérogènes aux qualités variables peuvent être interprétés.

L'étude d'Esculier et al. a montré que l'éducation permet d'améliorer significativement la fonction à 4 et 8 semaines, se poursuivant jusqu'au 5^{ème} mois, avec un effet **modéré à fort**. L'ajout d'un réentraînement à la course, montre également des améliorations significatives de la fonction lors des différentes mesures réalisées, avec un effet **modéré**. **Aucun bénéfice ajouté n'a cependant été mis en évidence par rapport à l'éducation seule**. L'étude de Bramah et al., étudiant l'effet d'une augmentation de la cadence de course, a mis en évidence une amélioration rapide de la fonction à 4 semaines et plus lente jusqu'à 3 mois après l'intervention. L'étude de Dos santos et al. a montré que la modification du pattern de course améliore significativement la fonction avec une **faible** taille d'effet, après l'intervention et jusqu'au 6^{ème} mois. En revanche, l'augmentation de la cadence permet une amélioration progressive de la fonction sur du long terme, jusqu'à 6 mois. Ces changements ne sont cependant pas cliniquement importants. Enfin, l'étude de Sinclair et al. analysant ces deux entraînements combinés, a confirmé une amélioration significative de la capacité fonctionnelle après l'intervention, sans mesures de suivi.

Compte tenu des résultats obtenus, des biais analysés et de la faible qualité de certaines études, il semblerait que la **modification du schéma de pose du pied** permette une amélioration des douleurs et de la capacité fonctionnelle, sur du court et du plus long terme (6 mois).

L'augmentation de la cadence de course aurait également un effet bénéfique sur la douleur et la fonction sur du long terme, mais il est difficile de conclure sur la temporalité de son action. La réalisation simultanée de ces interventions, semble montrer une amélioration des critères de jugement sur du court terme.

Néanmoins, ces interventions ne semblent apporter aucun bénéfice, à court, moyen et long terme par rapport à la réalisation d'un **programme d'éducation** visant à gérer la charge d'entraînement.

4.2.2. Avantages et inconvénients des interventions

Aux effets des interventions, s'ajoute la prise en compte de leurs bénéfices et contraintes cliniques.

L'éducation a pour principaux avantages d'être facile d'application et d'entraîner de faibles coûts financiers. Elle se réalise en autonomie, sans besoin de supervision extérieure. Elle permet une implication des participants, une autogestion de leurs symptômes ainsi qu'une adaptation de leur programme de course si nécessaire. L'éducation, axée sur la modification des activités physiques et la gestion de la charge d'entraînement, a d'ailleurs fait ses preuves en 2019 [107], sur une cohorte de 151 adolescents atteints de SDFP. L'autonomisation que l'éducation induit, complique néanmoins le suivi des participants et la surveillance de la réalisation du bon protocole. Enfin, l'éducation nécessite une définition standardisée pour être réalisée de manière identique et donc reproductible.

La transition vers une foulée avant-pied permet de réduire le taux de charge appliqué sur l'articulation fémoro-patellaire [92,93]. Il en est de même lors de **l'augmentation de la cadence de course**, qui aurait en plus pour avantage de faciliter la modification du schéma de pose du pied. Ces interventions nécessitent néanmoins du **matériel** plus ou moins onéreux (montre connectée, capteurs...) ainsi qu'une **supervision humaine**, partielle ou totale, pour vérifier leur bonne réalisation. De plus, la transition vers un appui avant-pied étant peu naturelle pour certains coureurs, elle peut être longue et compliquée à réaliser. Enfin, ces deux interventions induisent une flexion plantaire prononcée avec une activation plus importante des muscles gastrocnémiens. Cela est susceptible d'engendrer de nouvelles affections et douleurs, notamment à la cheville et aux tendons d'Achille, comme le précise deux études (*Roper et al. et Sinclair et al.*).

Du fait de ses **contraintes financières, temporelles** et de ses potentiels **effets indésirables**, un réentraînement à la course ne doit pas être réalisé, en première intention, pour améliorer la symptomatologie des coureurs. Un programme d'éducation, simple d'application et ne présentant pas d'inconvénient majeur, doit être inclus prioritairement.

4.3. Qualité des preuves

Afin d'apprécier la qualité des preuves et la force des recommandations, des critères issus du **système GRADE** (annexe 17) sont utilisés.

Les recherches effectuées sur les différentes bases de données scientifiques, ont permis de sélectionner, selon des critères précis, six études à inclure. Parmi elles, sont répertoriés, deux essais contrôlés randomisés présentant un niveau de preuve élevé et quatre séries de cas, présentant un niveau de preuve faible. Leur qualité méthodologique a été évaluée respectivement, à l'aide de l'échelle PEDro et de la Critical Appraisal Checklist for Case Series. Ces évaluations ont révélé un **risque de biais** (biais de sélection, d'évaluation et d'interprétation) modéré pour les ECR et élevé pour les séries de cas. Cela, ajouté à **l'hétérogénéité** des études développée dans la discussion, réduit la qualité des études et des résultats.

Les résultats obtenus sont **hétérogènes** pour la douleur et **très hétérogènes** pour la fonction (aucune étude ne réalise la même intervention). Néanmoins, lorsqu'ils interprétables, les résultats semblent tout de même en faveur d'un effet bénéfique des interventions, plus ou moins important, pour les deux critères de jugement étudiés. **L'imprécision des résultats** encadrés par des intervalles de confiance à 95% larges et obtenus par l'analyse d'une faible population, dégrade également la qualité des preuves. En revanche, la réalisation d'exercices lors de l'intervention étudiée, dans deux études incluses (*Cheung et al. et Sinclair et al.*) peut constituer un **facteur de confusion**, susceptible d'augmenter le niveau de preuve.

Compte tenu de ces différents critères, le niveau de preuve est considéré comme **très faible** pour la douleur et inférieur pour la capacité fonctionnelle, correspondant à un **grade C** selon la HAS (faible niveau de preuve scientifique).

4.4. Biais potentiels de la revue

L'évaluation des biais potentiels de cette revue de littérature est réalisée par la grille AMSTAR-2 (*annexe 18*) et résumée dans le tableau ci-dessous :

Items	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Oui	X		X	X			X	X	X	X			X	X		X
Non		X			X	X										
N/A											X	X			X	

Tableau 20 : Synthèse des biais de la revue, analysés avec AMSTAR-2

Cette analyse fait état d'une bonne qualité méthodologique de la revue, altérée par plusieurs biais devant être pris en considération. Tout d'abord, aucun protocole d'étude n'a été établie avant la réalisation de la revue ni soumis à un comité d'éthique. De plus, une seule personne a réalisé la revue, de la sélection des études à l'interprétation des données recueillies, ce qui pourrait entraîner un manque d'objectivité de la revue.

D'autres biais sont également susceptibles d'influencer la qualité de cette revue. Parmi eux, les critères précisant une date et une langue de publication peuvent diminuer l'exhaustivité des données. Ce biais peut être responsable de l'inclusion d'un nombre limité d'études, de faible qualité. L'hétérogénéité et les limites intrinsèques des études incluses n'a pas permis de réaliser d'analyse quantitative des données. L'analyse statistique réalisée aurait d'ailleurs pu être plus précise si elle avait été réalisée par des personnes qualifiées.

Les résultats ainsi obtenus pourront néanmoins constituer des données préliminaires à la réalisation de futures études de meilleure qualité, sur des échantillons plus importants.

4.5. Conflits d'intérêts

L'étude de Bramah et al. déclare l'Université de Salford comme source de financement de leur étude. Cheung et al. et Sinclair et al. ne précisent rien quant au financement et aux potentiels conflits d'intérêts de leur étude. Les trois dernières études de la revue ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Concernant la recherche, la réalisation et la publication de cette revue de littérature en masso-kinésithérapie, aucun conflit d'intérêt ni financement n'est à déclarer.

5. Conclusion

▪ Implication pour la pratique clinique :

Le schéma de pose du pied et la cadence constituent des préférences naturelles en course à pied, étudiées dans la littérature scientifique. Cette revue systématique avait pour intérêt de déterminer si ces préférences devaient être modifiées en première intention, lors d'une blessure. L'objectif a donc été de préciser l'intérêt d'un réentraînement à la course par rapport à un programme d'éducation seul visant à gérer la charge d'entraînement, chez les coureurs récréatifs souffrant d'un syndrome douloureux fémoro-patellaire.

Les résultats retrouvés après l'analyse des six études incluses ont montré qu'un réentraînement à la course pouvait avoir un effet bénéfique sur la douleur, avec des résultats hétérogènes. Les études réalisant une modification du pattern de course seule ou associée à une augmentation de la cadence ont montré des améliorations de la douleur après l'intervention. Elles sont maintenues, respectivement pour chaque intervention, entre un et six mois et entre trois et cinq mois. En revanche, il est difficile de déterminer le temps nécessaire à l'efficacité d'une intervention visant à augmenter la cadence de course.

Les résultats obtenus concernant la capacité fonctionnelle présentent un moins bon niveau de preuve, du fait de l'importante hétérogénéité des interventions réalisées, ce qui rend l'interprétation et la généralisation des résultats plus difficile.

La seule étude réalisant un programme d'éducation présente un effet modéré en faveur d'une diminution des douleurs et modéré à fort pour l'amélioration de la capacité fonctionnelle. Les résultats obtenus indiquent que l'ajout d'un réentraînement à la course à l'éducation ne présente aucun bénéfice ajouté.

Ainsi, d'après les preuves disponibles, les coureurs taligrade souffrant d'un SDFP peuvent diminuer leurs douleurs et potentiellement améliorer leur capacité fonctionnelle en modifiant leur schéma de pose du pied. Ce processus de transition, parfois compliqué, peut être facilité par l'augmentation de la cadence de course.

Néanmoins, il est important d'avoir conscience des conséquences possibles d'une telle modification : une diminution des douleurs de genou peut se faire au détriment d'une douleur de cheville.

Compte tenu de ces effets indésirables potentiels mais également des contraintes financières, temporelles, matérielles et humaines qu'implique cette intervention, un programme d'éducation devra être privilégié en première intention. Ce programme a l'avantage d'être simple d'application, de limiter les dépenses de santé et d'impliquer les coureurs dans leur rééducation.

En cas d'échec de ce programme, un réentraînement à la course, réalisé de manière progressive, pourra être envisagé.

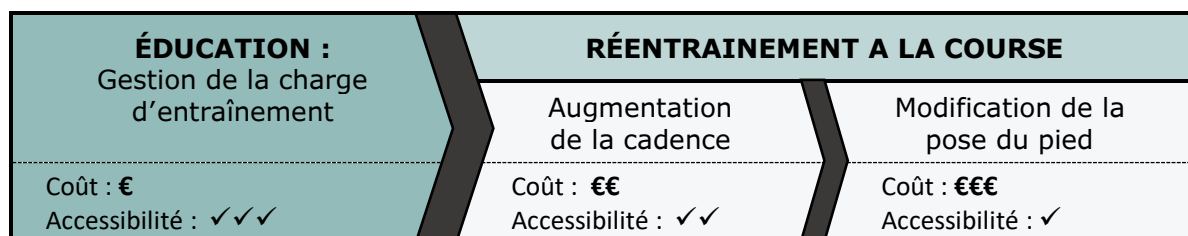


Figure 16: Hiérarchisation des interventions étudiées

▪ **Implication pour la recherche :**

Le nombre limité d'études de bonne qualité méthodologique incluses dans cette revue systématique, ajouté aux faibles échantillons de participants analysés, illustrent le manque des données scientifiques disponibles sur le sujet.

Les études incluses, montrant un faible niveau de preuve scientifique, ne permettent pas de conclure véritablement d'un effet bénéfique des interventions sur les critères de jugement étudiés. L'interprétation et la généralisation de leurs résultats doivent être réalisées avec prudence compte tenu de l'hétérogénéité des protocoles et des biais intrinsèques parfois retrouvés. Néanmoins, ces premières données pourront constituer une évaluation préliminaire des études disponibles afin d'améliorer la qualité des futures publications.

Les prochaines études analysant ces interventions, devront avoir une meilleure qualité méthodologique pour compléter les propos de cette revue et tendre vers un niveau de preuve scientifique augmenté. Pour cela, elles devront notamment respecter l'assignation secrète des participants et la mise en aveugle des différents intervenants. Elles devront également intégrer l'évaluation d'un groupe contrôle permettant de comparer l'effet de l'intervention. Ces nouvelles recherches devront privilégier l'homogénéité de la population sélectionnée, des interventions réalisées et des échelles évaluant les critères de jugement. Enfin, elles devront être réalisées sur du plus long terme avec un échantillon de participants plus important.

Les résultats obtenus dans cette revue sur l'étude du SDFP ne peuvent pas constituer des preuves préliminaires extrapolables à d'autres régions anatomiques. Il serait donc intéressant d'explorer les effets de ces interventions sur davantage de pathologies.

Plus globalement, un élargissement des recherches sur l'individualisation des entraînements en termes de préférences motrices et de gestion des charges serait digne d'intérêt.

6. Références bibliographiques

- [1] Madoré F, Loret S. For a geography of running races in France 2021.
- [2] Waser A-M. Du stade à la ville : réinvention de la course à pied. Les Ann La Rech Urbaine 1998.
- [3] Cubizolles S, Baron B, Lacroix E. S'engager dans les courses à pied d'endurance : trente ans de travaux de sociologie du sport en France. 2018.
- [4] Bain R, Puleo J, Milroy P. Anatomie de la course à pied, 2019.
- [5] Oswald F, Campbell J, Williamson C, Richards J, Kelly P. A scoping review of the relationship between running and mental health. Int J Environ Res Public Health 2020.
- [6] Markotić V, Pokrajčić V, Babić M, Radančević D, Grle M, Miljko M, et al. The Positive Effects of Running on Mental Health. Psychiatr Danub 2020.
- [7] Pedisic Z, Shrestha N, Kovalchik S, Stamatakis E, Liangruenrom N, Grgic J, et al. Is running associated with a lower risk of all-cause, cardiovascular and cancer mortality, and is the more the better? A systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med 2020.
- [8] Dubois B, Berg F, Berg A. La clinique du coureur : la santé par la course à pied. 2019.
- [9] Van Poppel D, Van der Worp M, Slabbekoorn A, Van den Heuvel SS, Van Middelkoop M, Koes BW, et al. Risk factors for overuse injuries in short- and long-distance running: A systematic review. J Sport Heal Sci 2021.
- [10] Gindre C, Lussiana T, Hebert-Losier K, Mourot L. Aerial and Terrestrial Patterns: A Novel Approach to Analyzing Human Running. Int J Sports Med 2016.
- [11] Duboy J, Junqua A. Étude biomécanique de la course à pied 2000.
- [12] Nicola TL, Jewison DJ. The anatomy and biomechanics of running. Clin Sports Med 2012;31:187–201.
- [13] Dugan SA, Bhat KP. Biomechanics and analysis of running gait. Phys Med Rehabil Clin N Am 2005.
- [14] Hamner SR, Seth A, Delp SL. Muscle contributions to propulsion and support during running. J Biomech 2010;43:2709–16.
- [15] Lacouture P, Monnet T. Biomécanique de la course à pied 2013.
- [16] Lorraine R. Elaboration d'un livret de prévention après analyse biomécanique de la course 2015.
- [17] Brigaud F. La course à pied: posture, biomécanique, performance. Désiris. 2013.
- [18] Novacheck TF. The biomechanics of running. Gait Posture 1998.
- [19] Souza R. An Evidence-Based Videotaped Running Biomechanics Analysis. Phys Med Rehabil Clin N Am 2016.
- [20] Wille C, Lenhart R, Wang S, Thelen D, Heiderscheit B. Ability of sagittal kinematic variables to estimate ground reaction forces and joint kinetics in running. J Orthop Sports Phys Ther 2014.
- [21] Thompson M, Lee S, Seegmiller J, McGowan C. Kinematic and kinetic comparison of barefoot and shod running in mid/forefoot and rearfoot strike runners. Gait Posture 2015;41:957–9.
- [22] Brigaud F. Guide de la foulée avec prise d'appui avant-pied. vol. 1 vol. Désiris. 2015.
- [23] Reb J. L'influence du chaussage et des consignes dans la pratique de la course à pied. 2015 n.d.
- [24] Janoušek D, Stejskal P. Forefoot strike, rear foot strike or running shoes. Does it matter? Stud Sport 2019.

- [25] Ahn AN, Brayton C, Bhatia T, Martin P. Muscle activity and kinematics of forefoot and rearfoot strike runners. *J Sport Heal Sci* 2014.
- [26] Chen T, Wong D, Wang Y, Lin J, Zhang M. Foot arch deformation and plantar fascia loading during running with rearfoot strike and forefoot strike: A dynamic finite element analysis. *J Biomech* 2019.
- [27] Patoz A, Gindre C, Lussiana T. Intra and Inter-rater Reliability of the Volodalen[®] Scale to Assess Aerial and Terrestrial Running Forms 2019.
- [28] Lussiana T, Gindre C, Hébert-Losier K, Sagawa Y, Gimenez P, Mourot L. Similar Running Economy With Different Running Patterns Along the Aerial-Terrestrial Continuum. *Int J Sports Physiol Perform* 2017.
- [29] Théraulaz B, Ralph H. ActionTypes Approach n.d.
- [30] Hoitz F, Tschärner V von, Baltich J, Nigg BM. Individuality decoded by running patterns: Movement characteristics that determine the uniqueness of human running 2021.
- [31] Horst F, Lapuschkin S, Samek W, Müller K-R, Schöllhorn WI. Explaining the unique nature of individual gait patterns with deep learning. *Sci Rep* 2019.
- [32] Vincent H, Christophe J, Olivier V. Neurotypologie[®] et préférences motrices n.d.
- [33] Cheung R, Winko W, Au I, Zhang J, Chan Z, MacPhail A. Control of impact loading during distracted running before and after gait retraining in runners. *J Sports Sci* 2017.
- [34] Napier C, Cochrane CK, Taunton JE, Hunt MA. Gait modifications to change lower extremity gait biomechanics in runners: a systematic review. *Br J Sports Med* 2015;49.
- [35] Roper J, Dufek J, Mermier C. Gait retraining with Foot Strike Patterns as Management for Patellofemoral Pain Syndrome : A brief Review 2014.
- [36] Chan Z, Zhang J, Au I, An W, Shum G, Ng G, et al. Gait Retraining for the Reduction of Injury Occurrence in Novice Distance Runners: 1-Year Follow-up of a Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med* 2018;46.
- [37] Baggaley M, Vernillo G, Martinez A, Horvais N, Giandolini M, Millet GY, et al. Step length and grade effects on energy absorption and impact attenuation in running. *Eur J Sport Sci* 2020;20.
- [38] Schubert AG, Kempf J, Heiderscheit BC. Influence of stride frequency and length on running mechanics: a systematic review. *Sports Health* 2014;6:210–7.
- [39] Davies PF, Tripathi SC. Mechanical stress mechanisms and the cell. An endothelial paradigm. *Circ Res* 1993.
- [40] Vanrenterghem J, Nedergaard NJ, Robinson MA, Drust B. Training Load Monitoring in Team Sports: A Novel Framework Separating Physiological and Biomechanical Load-Adaptation Pathways. *Sports Med* 2017.
- [41] El Hayek E, Chauvet C, Rannou F. Cartilage articulaire, stress mécanique et arthrose 2014.
- [42] Pearson SJ, Hussain SR. A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports Med* 2015.
- [43] Dye SF. The pathophysiology of patellofemoral pain: a tissue homeostasis perspective. *Clin Orthop Relat Res* 2005.
- [44] Boudenot A, Achiou Z, Portier H. Does running strengthen bone? 2015.
- [45] Priam S. Impact d'un stress mécanique osseux sur le phénotype chondrocytaire : identification de la protéine 14-3-3epsilon comme un nouveau médiateur de la communication entre os sous-chondral et cartilage dans l'arthrose 2012.

- [46] Kon E, Filardo G, Berruto M, Benazzo F, Zanon G, Della Villa S, et al. Articular cartilage treatment in high-level male soccer players: A prospective comparative study of arthroscopic second-generation autologous chondrocyte implantation versus microfracture. *Am J Sports Med* 2011.
- [47] Baar K. Nutrition and the adaptation to endurance training. *Sports Med* 2014.
- [48] Cook JL, Rio E, Purdam CR, Docking SI. Revisiting the continuum model of tendon pathology: what is its merit in clinical practice and research? *Br J Sport Med* 2016;50:1187–91.
- [49] Tam N, Wilson JLA, Noakes TD, Tucker R, Mrc U/. Barefoot running: an evaluation of current hypothesis, future research and clinical applications. *Br J Sports Med* 2013.
- [50] Paquette MR, Napier C, Willy RW, Stellingwerff T. Moving Beyond Weekly “Distance”: Optimizing Quantification of Training Load in Runners. *J Orthop Sports Phys Ther* 2020.
- [51] Garrett JM, Gunn R, Eston RG, Jakeman J, Burgess DJ, Norton K. The effects of fatigue on the running profile of elite team sport athletes. A systematic review and meta-analysis. *J Sports Med Phys Fitness* 2019.
- [52] Gabbett TJ. The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *Br J Sports Med* 2016;50:273–80.
- [53] Haddad M, Stylianides G, Djaoui L, Dellal A, Chamari K. Session-RPE Method for Training Load Monitoring: Validity, Ecological Usefulness, and Influencing Factors. *Front Neurosci* 2017;11.
- [54] Saw AE, Main LC, Gustin PB. Monitoring the athlete training response: Subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: A systematic review. *Br J Sports Med* 2016.
- [55] Yamato TP, Saragiotto BT, Lopes AD. A consensus definition of running-related injury in recreational runners: A modified Delphi approach. *J Orthop Sports Phys Ther* 2015;45:375–80.
- [56] Arnold MJ, Moody AL. Common Running Injuries: Evaluation and Management. *Am Fam Physician* 2018;97:510–6.
- [57] Lopes AD, Hespanhol LC, Jr., Yeung SS, Costa LOP. What are the Main Running-Related Musculoskeletal Injuries?: A Systematic Review. *Sports Med* 2012;42:891.
- [58] 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. *J Sports Sci Med* 2019.
- [59] Kakouris N, Yener N, Fong DTP. A systematic review of running-related musculoskeletal injuries in runners. *J Sport Heal Sci* 2021;10:513–22.
- [60] Crossley KM, Stefanik JJ, Selfe J, Collins NJ, Davis IS, Powers CM, et al. Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome measur. *Br J Sports Med* 2016.
- [61] Vora M, Curry E, Chipman A, Matzkin E, Li X. Patellofemoral pain syndrome in female athletes: A review of diagnoses, etiology and treatment options. *Orthop Rev (Pavia)* 2017.
- [62] Willy RW, Hoggund LT, Barton CJ, Bolgla LA, Scalzitti DA, Logerstedt DS, et al. Patellofemoral pain clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability and health from the academy of orthopaedic physical therapy of the American physical therapy association. *J Orthop Sports Phys Ther* 2019;49.
- [63] Dutton RA, Khadavi MJ, Fredericson M. Patellofemoral Pain. *Phys Med Rehabil Clin* 2016.
- [64] Rothermich MA, Glaviano NR, Li J, Hart JM. Patellofemoral Pain: Epidemiology, Pathophysiology, and Treatment Options. *Clin Sports Med* 2015;34:313–27.

- [65] Mieux comprendre le syndrome douloureux fémoro-patellaire pour mieux le traiter n.d.
- [66] Gaitonde DY, Ericksen A, Robbins RC. Patellofemoral Pain Syndrome. *Am Fam Physician* 2019.
- [67] Yetkil A, Khan WS, Pastides P. Patellofemoral Syndrome. *Athl Perform Inj* 2021;177–82.
- [68] Reynaud V. Physiopathologie du syndrome fémoro-patellaire 2020.
- [69] Neal BS, Lack SD, Lankhorst NE, Raye A, Morrissey D, Van Middelkoop M. Risk factors for patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2019.
- [70] White H, Sabarwal S, Hoop T. Essais contrôlés randomisés (ECR), Note méthodologique n° 7, Centre de recherche Innocenti, UNICEF. 2014.
- [71] Haute autorité de santé: Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique - État des lieux 2013.
- [72] Menéndez C, Batalla L, Prieto A, Rodríguez MÁ, Crespo I, Olmedillas H. Medial Tibial Stress Syndrome in Novice and Recreational Runners: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17:1–13.
- [73] Kluitenberg B, Marienke Van Middelkoop, Diercks R, Van Der Worp H. What are the Differences in Injury Proportions Between Different Populations of Runners? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med* 2015;45:1143–61.
- [74] Videbæk S, Bueno AM, Nielsen RO, Rasmussen S. Incidence of Running-Related Injuries Per 1000 h of running in Different Types of Runners: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med* 2015;45:1017–26.
- [75] Thong ISK, Jensen MP, Miró J, Tan G. The validity of pain intensity measures: What do the NRS, VAS, VRS, and FPS-R measure? *Scand J Pain* 2018;18:99–107.
- [76] Williamson A, Hoggart B. Pain: a review of three commonly used pain rating scales. *J Clin Nurs* 2005;14:798–804.
- [77] Kujala UM, Jaakkola LH, Koskinen SK, Taimela S, Hurme M, Nelimarkka O. Scoring of patellofemoral disorders. *Arthroscopy* 1993.
- [78] Kaux JF, Buckinx F, Borheim S, Van Beveren J, Dardenne N, Bruyère O. Adaptation interculturelle du questionnaire Kujala Anterior Knee Pain Scale pour les patients francophones. *J Traumatol Du Sport* 2018;35:62.
- [79] Roos EM, Roos HP, Lohmander LS, Ekdahl C, Beynon BD. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score - development of a self-administered outcome measure. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998. <https://doi.org/10.2519/JOSPT.1998.28.2.88>.
- [80] Laprade JA, Culham EG. A self-administered pain severity scale for patellofemoral pain syndrome. *Clin Rehabil* 2002.
- [81] Mehta SP, Fulton A, Quach C, Thistle M, Toledo C, Evans NA. Measurement Properties of the Lower Extremity Functional Scale: A Systematic Review. *J Orthop Sports Phys Ther* 2016.
- [82] Knee outcome survey - Activities of Daily Living Scale and Sports Activity Scale n.d.
- [83] Lussiana T, Potier C, Gindre C. Motor preferences in running and quiet standing. *Sci Sport* 2018;33:e249–52.
- [84] Pallot A, Rostagno S. Newcastle-Ottawa Scale: French translation of the methodological quality scale for cohort studies. *Kinesithérapie* 2021;21:3–4.
- [85] 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. *Br J Sports Med* 2011;45:691–6.

- [86] Willson JD, Ratcliff OM, Meardon SA, Willy RW. Influence of step length and landing pattern on patellofemoral joint kinetics during running. *Scand J Med Sci Sports* 2015;25:736–43.
- [87] Esculier JF, Bouyer LJ, Roy JS. The Effects of a Multimodal Rehabilitation Program on Symptoms and Ground-Reaction Forces in Runners With Patellofemoral Pain Syndrome. *J Sport Rehabil* 2016.
- [88] Bonacci J, Hall M, Saunders N, Vicenzino B. Gait retraining versus foot orthoses for patellofemoral pain: a pilot randomised clinical trial. *J Sci Med Sport* 2018.
- [89] Bonacci J, Fox A, Hall M, Fuller JT, Vicenzino B. Effect of gait retraining on segment coordination and joint variability in individuals with patellofemoral pain. *Clin Biomech* 2020.
- [90] Roper JL, Doerfler D, Kravitz L, Dufek JS, Mermier C. Gait Retraining from Rearfoot Strike to Forefoot Strike does not change Running Economy. *Int J Sports Med* 2017;38.
- [91] Roper JL, Harding EM, Doerfler D, Dexter JG, Kravitz L, Dufek JS, et al. The effects of gait retraining in runners with patellofemoral pain: A randomized trial. *Clin Biomech* 2016;35.
- [92] 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;52.
- [93] Cheung RTH, Davis IS. Landing pattern modification to improve patellofemoral pain in runners: a case series. *J Orthop Sports Phys Ther* 2011;41.
- [94] dos Santos AF, Nakagawa TH, Lessi GC, Luz BC, Matsuo HTM, Nakashima GY, et al. Effects of three gait retraining techniques in runners with patellofemoral pain. *Phys Ther Sport Off J Assoc Chart* 2019;36.
- [95] Bramah C, Preece SJ, Gill N, Herrington L. A 10% Increase in Step Rate Improves Running Kinematics and Clinical Outcomes in Runners With Patellofemoral Pain at 4 Weeks and 3 Months. *Am J Sports Med* 2019;47.
- [96] Sinclair JK. Effects of a 10 week footstrike transition in habitual rearfoot runners with patellofemoral pain. *Comp Exerc Physiol* 2016;12.
- [97] Moseley AM, Szikszay TM, Lin C-WC, Mathieson S, Elkins MR, Herbert RD, et al. A systematic review of the measurement properties and usage of the Physiotherapy Evidence Database (PEDRO) scale. *Physiotherapy* 2015;101.
- [98] 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 Database Syst Rev Implement Reports* 2019.
- [99] Van Hooren B, Fuller JT, Buckley JD, Miller JR, Sewell K, Rao G, et al. Is Motorized Treadmill Running Biomechanically Comparable to Overground Running? A Systematic Review and Meta-Analysis of Cross-Over Studies. *Sport Med* 2020;50.
- [100] Firminger CR, Vernillo G, Savoldelli A, Stefanyshyn DJ, Millet GY, Edwards WB. Joint kinematics and ground reaction forces in overground versus treadmill graded running. *Gait Posture* 2018;63.
- [101] Salaffi F, Stancati A, Silvestri CA, Ciapetti A, Grassi W. Minimal clinically important changes in chronic musculoskeletal pain intensity measured on a numerical rating scale. *Eur J Pain* 2004.
- [102] Crossley KM, Bennell KL, Cowan SM, Green S. Analysis of outcome measures for persons with patellofemoral pain: Which are reliable and valid? *Arch Phys Med Rehabil* 2004.
- [103] Piva SR, Gil AB, Moore CG, Fitzgerald GK. Responsiveness of the activities of daily living scale of the knee outcome survey and numeric pain rating scale in patients with patellofemoral pain. *J*

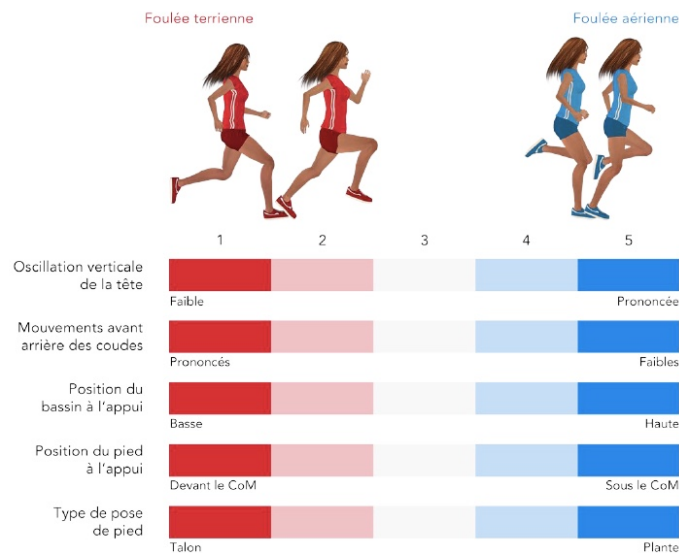
Rehabil Med 2009.

- [104] Hamonet C, Magalhaes T. La notion de handicap. *Ann Readapt Med Phys* 2003;46.
- [105] Binkley J, Stratford P, Lott S, Riddle D. The Lower Extremity Functional Scale (LEFS): scale development, measurement properties, and clinical application. *North Am Orthop Rehabil Res Netw* 1999.
- [106] Crossley K, Bennell K, Green S, Cowan S, McConnell J. Physical therapy for patellofemoral pain: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Am J Sports Med* 2002.
- [107] Rathleff MS, Graven-Nielsen T, Hölmich P, Winiarski L, Krommes K, Holden S, et al. Activity Modification and Load Management of Adolescents With Patellofemoral Pain: A Prospective Intervention Study Including 151 Adolescents. *Am J Sports Med* 2019;47.
- [108] Collins NJ, Prinsen CAC, Christensen R, Bartels EM, Terwee CB, Roos EM. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): systematic review and meta-analysis of measurement properties. *Osteoarthr Cartil* 2016.


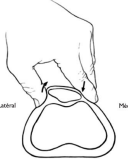

7. Annexes

Annexe 1 : Échelle subjective d'évaluation des foulées terrienne et aérienne [27]

Chaque critère individuel de l'échelle est scoré subjectivement de 1 à 5. Leur somme permet d'obtenir un score total V^{\circledast} . Un score inférieur à 15 indique une **préférence terrienne** alors qu'un score supérieur à 15 indique une **foulée aérienne**.



Annexe 2 : Tests patellaires réalisables lors d'un examen clinique

TEST	DESCRIPTION	RESULTATS
Glide test ou Test de mobilité patellaire	La patella est déplacée médialement par l'examineur. L'amplitude du déplacement est évaluée en fonction de la largeur de la patella, divisée en quatre quadrants.	 Déplacement < à 1 quadrant = raideur latérale Déplacement > à 3 quadrants = hyper-mobilité
Le signe du rabot	L'examineur exerce une pression patellaire avec sa main, le genou en extension, puis lors d'un mouvement de flexion-extension.	 <i>Test positif = sensation de frottement ou un accrochage</i>
Le tilt patellaire	La patella est saisie entre le pouce et l'index, genou en extension. La partie médiale est compressée et la partie latérale élevée.	 <i>Test positif = partie latérale en position horizontale</i>
Le test de Zholen ou ascension contrariée de la patella	L'examineur abaisse la patella et demande au patient une contraction résistée du quadriceps.	 Test positif = douleur induite

Annexe 3 : Diagnostic différentiel des douleurs antérieures du genou [64–66]

DIAGNOSTIC DIFFERENTIEL	
Pathologies Intra-articulaires	<ul style="list-style-type: none"> • Lésion méniscale • Lésion cartilagineuse focale • Syndrome de Plica médio-patellaire • Arthrose fémoro-patellaire • Chondromalacie patellaire • Synovite nodulaire pigmentée
Tendinopathies	<ul style="list-style-type: none"> • Tendinopathie quadricipitale • Tendinopathie patellaire • Syndrome de la bandelette iliotibiale • Tendinopathie de la patte d'oie
Inflammations	<ul style="list-style-type: none"> • Maladie de Hoffa • Bursite pré-patellaire • Bursite infra- ou supra-patellaire
Lésions osseuses	<ul style="list-style-type: none"> • Dysplasie trochléenne • Instabilité patellaire • Patella bipartite • Ostéochondrite • Tumeur osseuse et exostose
Fractures et apophysites	<ul style="list-style-type: none"> • Maladie d'Osgood-Schlatter • Maladie de Sinding-Larsen-Johansson • Fracture de fatigue
Douleurs projetées	<ul style="list-style-type: none"> • Coxopathie • Lombaire : radiculopathie (L2, L3, L4) • Névrite saphène
Syndrome douloureux régional complexe	<ul style="list-style-type: none"> • De type 1 (algoneurodystrophie) • De type 2

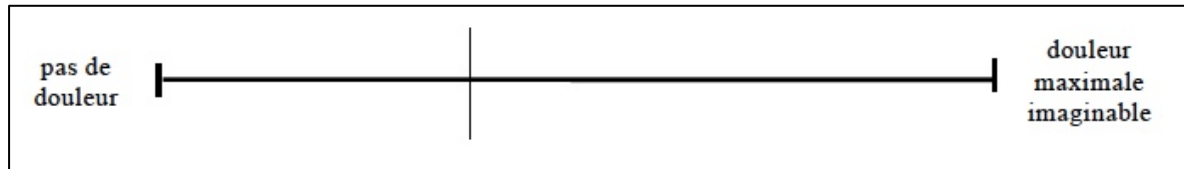
Annexe 4 : Grade des recommandations et niveau de preuve scientifique – HAS [71]

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 5 : Échelle visuelle analogique (EVA), selon les recommandations de la HAS

Le curseur permet de quantifier l'intensité de la douleur entre les deux limites suivantes :

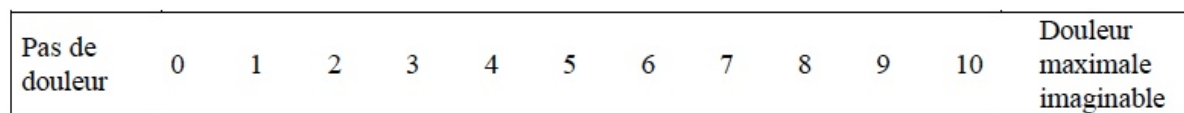
- Pas de douleur : 0 à l'EVA
- Douleur maximale imaginable : 10 à l'EVA



Annexe 6 : Échelle numérique (EN), selon les recommandations de la HAS

Le patient entoure la note entre 0 et 10 qui décrit le mieux l'intensité de sa douleur.

- La note 0 correspond à l'absence de douleur
- La note 10 correspond à la douleur maximale imaginable



Annexe 7 : Échelle « Anterior Knee Pain Scale » (AKPS)

Douleur face antérieure au genou (code feuille _____)

Nom : _____ Date : _____

Age : _____

Genou : G/D

Durée des symptômes : _____ années _____ mois

Pour chaque question, entourez la proposition correspondant aux symptômes que vous ressentez actuellement au genou :

1. Boiterie

- (a) Aucune (5)
- (b) Légère ou périodique (3)
- (c) Constante (0)

2. Se tenir debout

- (a) Station debout complète sans douleur (5)
- (b) Station debout douloureuse (3)
- (c) Station debout impossible (0)

3. Marcher

- (a) Illimité (5)
- (b) Plus de 2 km (3)
- (c) 1-2 km (2)
- (d) Incapable (0)

4. Escaliers

- (a) Sans difficulté (10)
- (b) Légère douleur en descendant les marches (8)
- (c) Douleur en montant et en descendant les marches (5)
- (d) Incapable (0)

5. S'accroupir

- (a) Sans difficulté (5)
- (b) Douloureux quand les accroupissements sont répétés (4)
- (c) Douloureux à chaque fois (3)
- (d) Possible avec décharge partielle du poids du corps (2)
- (e) Incapable (0)

6. Courir

- (a) Aucune difficulté (10)
- (b) Douleur après plus de 2 km (8)
- (c) Légère douleur dès le début (6)
- (d) Douleur sévère (3)
- (e) Incapable (0)

7. Sauter

- (a) Aucune difficulté (10)
- (b) Légère difficulté (7)
- (c) Douleur constante (2)
- (d) Incapable (0)

8. Position assise prolongée avec les genoux fléchis

- (a) Aucune difficulté (10)
- (b) Douleur après l'exercice (8)
- (c) Douleur constante (6)
- (d) Douleur obligeant à étendre les genoux temporairement (4)
- (e) Incapable (0)

9. Douleur

- (a) Aucune (10)
- (b) Légère et occasionnelle (8)
- (c) Perturbe le sommeil (6)
- (d) Occasionnellement sévère (3)
- (e) Constante et sévère (0)

10. Gonflement

- (a) Aucun (10)
- (b) Après un effort intense (8)
- (c) Après des activités quotidiennes (6)
- (d) Tous les soirs (4)
- (e) Constant (0)

11. Douleur rotulienne anormale lors des mouvements (subluxations)

- (a) Aucune (10)
- (b) Occasionnellement dans les activités sportives (6)
- (c) Occasionnellement dans les activités quotidiennes (4)
- (d) Au moins un épisode de luxation documenté (2)
- (e) Plus de deux luxations (0)

12. Fonte musculaire de la cuisse

- (a) Aucune (5)
- (b) Légère (3)
- (c) Sévère (0)

13. Perte de flexion

- (a) Aucune (5)
- (b) Légère (3)
- (c) Sévère (0)

Annexe 8 : Échelle « Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)

Pain

P1 How often is your knee painful?	<input type="checkbox"/> Never	<input type="checkbox"/> Monthly	<input type="checkbox"/> Weekly	<input type="checkbox"/> Daily	<input type="checkbox"/> Always
------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	---------------------------------

What degree of pain have you experienced the last week when...?

P2 Twisting/pivoting on your knee	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
P3 Straightening knee fully	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
P4 Bending knee fully	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
P5 Walking on flat surface	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
P6 Going up or down stairs	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
P7 At night while in bed	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
P8 Sitting or lying	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
P9 Standing upright	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme

Activities of daily living

What difficulty have you experienced the last week...?

A1 Descending	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A2 Ascending stairs	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A3 Rising from sitting	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A4 Standing	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A5 Bending to floor/picking up an object	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A6 Walking on flat surface	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A7 Getting in/out of car	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A8 Going shopping	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A9 Putting on socks/stockings	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A10 Rising from bed	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A11 Taking off socks/stockings	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A12 Lying in bed (turning over, maintaining knee position)	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A13 Getting in/out of bath	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A14 Sitting	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A15 Getting on/off toilet	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A16 Heavy domestic duties (shovelling, scrubbing floors, etc)	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A17 Light domestic duties (cooking, dusting, etc)	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme

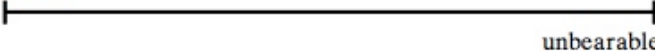


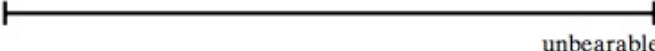
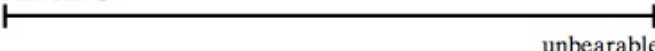
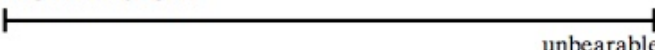
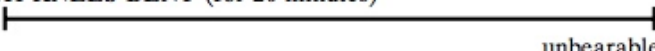
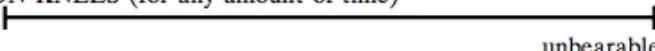
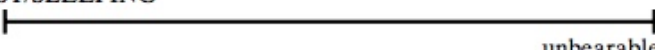
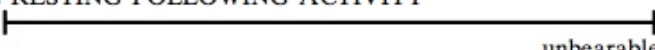
Sport and recreation function

What difficulty have you experienced the last week...?

Sp1 Squatting	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
Sp2 Running	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
Sp3 Jumping	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
Sp4 Turning/twisting on your injured knee	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
Sp5 Kneeling	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme

Annexe 9 : Échelle « PFPS Severity »

For each statement, please indicate with an 'X' how much knee pain you have experienced over the last week.

CLIMBING STAIRS		<input type="checkbox"/> not attempted
SQUATTING DOWN		<input type="checkbox"/> not attempted
WALKING		<input type="checkbox"/> not attempted
JOGGING		<input type="checkbox"/> not attempted
RUNNING/SPRINTING		<input type="checkbox"/> not attempted
PARTICIPATING IN A SPORT		<input type="checkbox"/> not attempted
SITTING WITH KNEES BENT (for 20 minutes)		<input type="checkbox"/> not attempted
KNEELING ON KNEES (for any amount of time)		<input type="checkbox"/> not attempted
PAIN AT REST/SLEEPING		<input type="checkbox"/> not attempted
PAIN WHILE RESTING FOLLOWING ACTIVITY		<input type="checkbox"/> not attempted

Annexe 10 : Échelle fonctionnelle des membres inférieurs (LEFS)

Today, do you or would you have any difficulty at all with:

Activities	Extreme difficulty or unable to perform activity	Quite a bit of difficulty	Moderate difficulty	A little bit of difficulty	No difficulty
1. Any of your usual work, housework or school activities.	0	1	2	3	4
2. Your usual hobbies, recreational or sporting activities.	0	1	2	3	4
3. Getting into or out of the bath.	0	1	2	3	4
4. Walking between rooms.	0	1	2	3	4
5. Putting on your shoes or socks.	0	1	2	3	4
6. Squatting.	0	1	2	3	4
7. Lifting an object, like a bag of groceries from the floor.	0	1	2	3	4
8. Performing light activities around your home.	0	1	2	3	4
9. Performing heavy activities around your home.	0	1	2	3	4
10. Getting into or out of a car.	0	1	2	3	4
11. Walking 2 blocks.	0	1	2	3	4
12. Walking a mile.	0	1	2	3	4
13. Going up or down 10 stairs (about 1 flight of stairs).	0	1	2	3	4
14. Standing for 1 hour.	0	1	2	3	4
15. Sitting for 1 hour.	0	1	2	3	4
16. Running on even ground.	0	1	2	3	4
17. Running on uneven ground.	0	1	2	3	4
18. Making sharp turns while running fast.	0	1	2	3	4
19. Hopping.	0	1	2	3	4
20. Rolling over in bed.	0	1	2	3	4
Column Totals:	0	1	2	3	4

Annexe 11 : Échelle « Knee Outcome Survey Activities of Daily Living Scale » (KOS – ADLS)

Symptoms: To what degree does each of the following symptoms affect your level of activity? (check one answer on each line)

	I do not have the symptom	I have the symptom, but it does not affect my activity	The symptom affects my activity slightly	The symptom affects my activity moderately	The symptom affects my activity severely	The symptom prevents me from all daily activity
Pain	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Stiffness	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Swelling	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Giving way, buckling, or shifting of the knee	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Weakness	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Limping	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Functional Limitations With Activities of Daily Living: How does your knee affect your ability to: (check one answer on each line)

	Activity is not difficult	Activity is minimally difficult	Activity is somewhat difficult	Activity is fairly difficult	Activity is very difficult	I am unable to do the activity
Walk	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Go up stairs	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Go down stairs	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Stand	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kneel on front of your knee	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Squat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sit with your knee bent	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rise from a chair	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Functional Limitations With Sports Activities: How does your knee affect your ability to: (check one answer on each line)

	Not difficult at all	Minimally difficult	Somewhat difficult	Fairly difficult	Very difficult	Unable to do
Run straight ahead	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jump and land on your involved leg	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Stop and start quickly	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cut and pivot on your involved leg	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Knee Outcome Survey Sports Activities Scale (SAS).

Symptoms: To what degree does each of the following symptoms affect your level of sports activity?
(check one answer on each line)

	Never have	Have, but does not affect my sports activity	Affects sports activity slightly	Affects sports activity moderately	Affects sports activity severely	Prevents me from all sports activity
Pain	•	•	•	•	•	•
Grinding or grating	•	•	•	•	•	•
Stiffness	•	•	•	•	•	•
Swelling	•	•	•	•	•	•
Slipping or partial giving way of knee	•	•	•	•	•	•
Buckling or full giving way of knee	•	•	•	•	•	•
Weakness	•	•	•	•	•	•

Annexe 12 : Échelle d'évaluation de la qualité méthodologique PEDro

Échelle PEDro – Français

1. les critères d'éligibilité ont été précisés	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
2. les sujets ont été répartis aléatoirement dans les groupes (pour un essai croisé, l'ordre des traitements reçus par les sujets a été attribué aléatoirement)	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
3. la répartition a respecté une assignation secrète	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
4. les groupes étaient similaires au début de l'étude au regard des indicateurs pronostiques les plus importants	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
5. tous les sujets étaient "en aveugle"	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
6. tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient "en aveugle"	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
7. tous les examinateurs étaient "en aveugle" pour au moins un des critères de jugement essentiels	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
8. les mesures, pour au moins un des critères de jugement essentiels, ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
9. tous les sujets pour lesquels les résultats étaient disponibles ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôle conformément à leur répartition ou, quand cela n'a pas été le cas, les données d'au moins un des critères de jugement essentiels ont été analysées "en intention de traiter"	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
10. les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont indiqués pour au moins un des critères de jugement essentiels	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
11. pour au moins un des critères de jugement essentiels, l'étude indique à la fois l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:

**NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE
CASE CONTROL STUDIES**

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Exposure categories. A maximum of two stars can be given for Comparability.

Selection

- 1) Is the case definition adequate?
 - a) yes, with independent validation ✳
 - b) yes, eg record linkage or based on self reports
 - c) no description
- 2) Representativeness of the cases
 - a) consecutive or obviously representative series of cases ✳
 - b) potential for selection biases or not stated
- 3) Selection of Controls
 - a) community controls ✳
 - b) hospital controls
 - c) no description
- 4) Definition of Controls
 - a) no history of disease (endpoint) ✳
 - b) no description of source

Comparability

- 1) Comparability of cases and controls on the basis of the design or analysis
 - a) study controls for _____ (Select the most important factor.) ✳
 - b) study controls for any additional factor ✳ (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

Exposure

- 1) Ascertainment of exposure
 - a) secure record (eg surgical records) ✳
 - b) structured interview where blind to case/control status ✳
 - c) interview not blinded to case/control status
 - d) written self report or medical record only
 - e) no description
- 2) Same method of ascertainment for cases and controls
 - a) yes ✳
 - b) no
- 3) Non-Response rate
 - a) same rate for both groups ✳
 - b) non respondents described
 - c) rate different and no designation

**NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY|ASSESSMENT SCALE
COHORT STUDIES**

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Outcome categories. A maximum of two stars can be given for Comparability

Selection

- 1) Representativeness of the exposed cohort
 - a) truly representative of the average _____ (describe) in the community *
 - b) somewhat representative of the average _____ in the community *
 - c) selected group of users eg nurses, volunteers
 - d) no description of the derivation of the cohort
- 2) Selection of the non exposed cohort
 - a) drawn from the same community as the exposed cohort *
 - b) drawn from a different source
 - c) no description of the derivation of the non exposed cohort
- 3) Ascertainment of exposure
 - a) secure record (eg surgical records) *
 - b) structured interview *
 - c) written self report
 - d) no description
- 4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study
 - a) yes *
 - b) no

Comparability

- 1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis
 - a) study controls for _____ (select the most important factor) *
 - b) study controls for any additional factor * (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

Outcome

- 1) Assessment of outcome
 - a) independent blind assessment *
 - b) record linkage *
 - c) self report
 - d) no description
- 2) Was follow-up long enough for outcomes to occur
 - a) yes (select an adequate follow up period for outcome of interest) *
 - b) no
- 3) Adequacy of follow up of cohorts
 - a) complete follow up - all subjects accounted for *
 - b) subjects lost to follow up unlikely to introduce bias - small number lost - > ____ % (select an adequate %) follow up, or description provided of those lost) *
 - c) follow up rate < ____ % (select an adequate %) and no description of those lost
 - d) no statement



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)

Tool Guidance

Answers: Yes, No, Unclear or Not/Applicable

1. Were there clear criteria for inclusion in the case series?

The authors should provide clear inclusion (and exclusion criteria where appropriate) for the study participants. The inclusion/exclusion criteria should be specified (e.g., risk, stage of disease progression) with sufficient detail and all the necessary information critical to the study.

2. Was the condition measured in a standard, reliable way for all participants included in the case series?

The study should clearly describe the method of measurement of the condition. This should be done in a standard (i.e. same way for all patients) and reliable (i.e. repeatable and reproducible results) way.

3. Were valid methods used for identification of the condition for all participants included in the case series?

Many health problems are not easily diagnosed or defined and some measures may not be capable of including or excluding appropriate levels or stages of the health problem. If the outcomes were assessed based on existing definitions or diagnostic criteria, then the answer to this question is likely to be yes. If the outcomes were assessed using observer reported, or self-reported scales, the risk of over- or under-reporting is increased, and objectivity is compromised. Importantly, determine if the measurement tools used were validated instruments as this has a significant impact on outcome assessment validity.

4. Did the case series have consecutive inclusion of participants?

Studies that indicate a consecutive inclusion are more reliable than those that do not. For example, a case series that states 'we included all patients (24) with osteosarcoma who presented to our clinic between March 2005 and June 2006' is more reliable than a study that simply states 'we report a case series of 24 people with osteosarcoma.'

5. Did the case series have complete inclusion of participants?

The completeness of a case series contributes to its reliability (1). Studies that indicate a complete inclusion are more reliable than those that do not. As stated above, a case series that states 'we included all patients (24) with osteosarcoma who presented to our clinic between March 2005 and June 2006' is more reliable than a study that simply states 'we report a case series of 24 people with osteosarcoma.'

6. Was there clear reporting of the demographics of the participants in the study?

The case series should clearly describe relevant participant's demographics such as the following information where relevant: participant's age, sex, education, geographic region, ethnicity, time period, education.

7. Was there clear reporting of clinical information of the participants?

There should be clear reporting of clinical information of the participants such as the following information where relevant: disease status, comorbidities, stage of disease, previous interventions/treatment, results of diagnostic tests, etc.

8. Were the outcomes or follow-up results of cases clearly reported?

The results of any intervention or treatment should be clearly reported in the case series. A good case study should clearly describe the clinical condition post-intervention in terms of the presence or lack of symptoms. The outcomes of management/treatment when presented as images or figures can help in conveying the information to the reader/clinician. It is important that adverse events are clearly documented and described, particularly a new or unique condition is being treated or when a new drug or treatment is used. In addition, unanticipated events, if any that may yield new or useful information should be identified and clearly described.

9. Was there clear reporting of the presenting site(s)/clinic(s) demographic information?

Certain diseases or conditions vary in prevalence across different geographic regions and populations (e.g. women vs. men, sociodemographic variables between countries). The study sample should be described in sufficient detail so that other researchers can determine if it is comparable to the population of interest to them.

10. Was statistical analysis appropriate?

As with any consideration of statistical analysis, consideration should be given to whether there was a more appropriate alternate statistical method that could have been used. The methods section of studies should be detailed enough for reviewers to identify which analytical techniques were used and whether these were suitable.

Annexe 15 : Tableaux détaillés des études incluses

Esculier2018 [92]	Étude de type ECR					
Objectifs	Comparer l'effet de trois programmes de rééducation de 8 semaines sur les symptômes et les limitations fonctionnelles des coureurs ayant un SDFP.					
Population Pathologie	<p>Le recrutement de 69 participants a été réalisé à partir d'annonces diffusées dans la communauté des coureurs de la ville de Québec.</p> <table border="1" data-bbox="456 465 1402 875"> <thead> <tr> <th data-bbox="456 465 911 510">Inclusion:</th> <th data-bbox="911 465 1402 510">Exclusion:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="456 510 911 875"> <ul style="list-style-type: none"> - Avoir entre 18 et 45 ans - Courir une distance minimale de 15km/semaine - Avoir un SDFP depuis au moins 3 mois - Avoir une douleur cotée à 3 minimum sur l'EVA durant la course ou durant 3 activités - Obtenir un score maximum de 85/100 KOS-ADLS </td> <td data-bbox="911 510 1402 875"> <ul style="list-style-type: none"> - Symptômes post trauma aigues - Symptômes provenant du tendon patellaire ou des ménisques - Blessures concomitantes des MI - Antécédents de luxation patellaire ou de chirurgie des MI - Maladies rhumatoïdes, neurologiques ou dégénératives </td> </tr> </tbody> </table>		Inclusion:	Exclusion:	<ul style="list-style-type: none"> - Avoir entre 18 et 45 ans - Courir une distance minimale de 15km/semaine - Avoir un SDFP depuis au moins 3 mois - Avoir une douleur cotée à 3 minimum sur l'EVA durant la course ou durant 3 activités - Obtenir un score maximum de 85/100 KOS-ADLS 	<ul style="list-style-type: none"> - Symptômes post trauma aigues - Symptômes provenant du tendon patellaire ou des ménisques - Blessures concomitantes des MI - Antécédents de luxation patellaire ou de chirurgie des MI - Maladies rhumatoïdes, neurologiques ou dégénératives
Inclusion:	Exclusion:					
<ul style="list-style-type: none"> - Avoir entre 18 et 45 ans - Courir une distance minimale de 15km/semaine - Avoir un SDFP depuis au moins 3 mois - Avoir une douleur cotée à 3 minimum sur l'EVA durant la course ou durant 3 activités - Obtenir un score maximum de 85/100 KOS-ADLS 	<ul style="list-style-type: none"> - Symptômes post trauma aigues - Symptômes provenant du tendon patellaire ou des ménisques - Blessures concomitantes des MI - Antécédents de luxation patellaire ou de chirurgie des MI - Maladies rhumatoïdes, neurologiques ou dégénératives 					
Interventions	<p>Chaque coureur a participé à l'un des trois programmes de rééducation standardisés ci-dessous, supervisés par des MK indépendants (n=6). Chaque programme s'est déroulé durant 8 semaines et 5 séances.</p> <ul style="list-style-type: none"> - (1) une intervention d'éducation sur la gestion de la charge et des modifications de l'entraînement en fonction des symptômes - (2) programme d'éducation avec l'ajout d'exercices visant à améliorer la force, le contrôle moteur des MI, et la capacité de résister à la charge mécanique - (3) l'ajout d'un réentraînement à la course au programme d'éducation, où il est demandé d'augmenter la cadence de course de 7,5 - 10%, de courir plus doucement avec une attaque FFS 					
Résultats	<p>↑ Score KOS-ADLS ($p < 0,05$) plus rapides pour les groupes éducation et exercices (MCID à T₄) que le groupe GR (MCID à T₈).</p> <p>Améliorations significatives de la douleur ($p < 0,05$) pour les trois groupes.</p> <p>↑ Distance de course entre T₀ et T₈ ($p < 0,001$) puis ↓ entre T₈ et T₂₀ ($p = 0,018$).</p> <p>↑ Force isométrique des extenseurs du genou pour le groupe « exercices » ($p < 0,001$), de la force des rotateurs externes de la hanche ($p = 0,015$) et des abducteurs ($p = 0,001$).</p> <p>↑ Fréquence des pas entre T₀ et T₈ (+7,0 % ; $p < 0,001$) pour le groupe GR et ↓ du taux de charge vertical moyen pendant la course (-25,4 % ; $p < 0,001$).</p> <p>↓ Taux de charge moyen (-12,5 % ; $p = 0,027$) et de la force maximale de l'articulation du pied à T₈ (-12,3 % ; $p = 0,024$) dans le groupe GR.</p>					
Conclusion de l'auteur	L'ajout d'exercices ou d'un réentraînement à la course n'apportent pas de bénéfices supplémentaires par rapport à l'éducation seule, dans la réduction des symptômes des coureurs atteints de SDFP. Par conséquent, une éducation appropriée sur les symptômes et la gestion de la charge d'entraînement devrait constituer la composante principale du traitement.					

Roper 2016 [91]	Étude de type ECR	
Objectifs	Déterminer si la modification du schéma d'attaque, de l'arrière-pied à l'avant-pied réduit la douleur fémoro-patellaire, améliore les mesures biomécaniques, et si cette transition influence le risque de blessures à la cheville.	
Population et pathologie	Les 16 participants de l'étude ont déclaré courir régulièrement et avoir des problèmes chroniques, légers à modérés liés à la course à pied. Ils ont passés un examen physique avec un kinésithérapeute pour vérifier leurs critères d'éligibilité.	
	Inclusion : <ul style="list-style-type: none"> - Avoir une douleur au genou liée à la course ou survenant lors d'une activité (escaliers, position assise, s'accroupir, s'agenouiller...) - Avoir une douleur cotée entre 3 et 7 sur l'EVA - S'abstenir de courir en dehors de l'étude et durant toute sa durée 	Exclusion : <ul style="list-style-type: none"> - État de grossesse - Instabilité ligamentaire, tendinite rotulienne, épanchement important - Antécédents de chirurgie du genou affecté, de luxation traumatique de la rotule - Handicaps neurologiques
Interventions	<p>Les participants ont été réparti de manière aléatoire dans un groupe intervention (n=8) et dans un groupe contrôle (n=8) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - GI : huit séances de gait retraining en deux semaines, de la RFS à la FFS avec un retour d'information par miroir et des instructions verbales détaillées. Les sujets devaient faire correspondre les bruits de pas aux tonalités fournies par le métronome. Le feedback a été progressivement supprimé. - GC : huit séances comprenant le même volume d'exercices et un feedback visuel mais aucun retour verbal pour modifier leur schéma de course. <p>Chaque coureur a reçu une paire de chaussures neutres pour minimiser les perturbations de la démarche associées aux différents types de chaussures. A la fin de chaque séance, les coureurs de chaque groupe ont évalué l'effort d'exécution, le caractère naturel du schéma de frappe et la douleur perçue.</p>	
Résultats	<p>↑ Angles de flexion du genou ($p=0,01$), de flexion de la cheville ($p<0,001$) au contact initial, amplitude de la cheville ($p<0,001$).</p> <p>↓ Angles d'abduction du genou, qui sont passés de $-3,3^\circ$ [$-5,8^\circ$; $-0,8^\circ$] au départ à $1,1^\circ$ [$-1,5^\circ$; $3,7^\circ$] lors du suivi d'un mois.</p> <p>↓ Stress fémoro-patellaire et Force de contact de l'articulation fémoro-patellaire de $-1,79$ BW et $-8,0$ MPa au début de l'étude à $-0,75$ BW et $-3,0$ MPa lors du suivi d'un mois.</p> <p>↓ Douleurs déclarées de $5,3$ au début de l'étude à $1,0$ [0 à $2,2$; $\eta^2= 0,29$] après l'entraînement et à $1,0$ [0 à $2,1$] lors du suivi d'un mois.</p> <p>↑ Inconstante de la douleur au mollet et à la cheville, qui diminue au repos.</p>	
Conclusion de l'auteur	La transition vers l'utilisation d'une démarche de course FFS peut réduire les douleurs de genou liées à la course mais il pourrait y avoir une augmentation du risque de blessures à la cheville.	

Dos Santos 2019 [94]	Étude de type série de cas					
Objectifs	Analyser les effets de trois réentraînements à la course, sur la biomécanique des membres inférieurs et les mesures cliniques chez les coureurs souffrant de douleurs fémoro-patellaires.					
Population et pathologie	<p>Le recrutement de 18 participants a été réalisé à partir de flyers diffusés à l'université, dans des clubs d'athlétisme, des parcs, lors de courses et via les réseaux sociaux.</p> <table border="1" data-bbox="456 479 1402 853"> <thead> <tr> <th data-bbox="456 479 967 526">Inclusion:</th> <th data-bbox="967 479 1402 526">Exclusion:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="456 526 967 853"> <ul style="list-style-type: none"> - Avoir entre 18 et 35 ans - Être coureur RFS - Courir \geq de 15 km/semaine - Présenter des symptômes de SDFP liés à la course à pied - Avoir une douleur antérieure ou rétro-patellaire du genou lors de 2 activités - Avoir une douleur \geq 3 sur l'EVA </td> <td data-bbox="967 526 1402 853"> <ul style="list-style-type: none"> - Affection orthopédique (sauf SDFP) - Affection neurologique - Affection cardiovasculaire - Chirurgie des membres inférieurs </td> </tr> </tbody> </table>		Inclusion:	Exclusion:	<ul style="list-style-type: none"> - Avoir entre 18 et 35 ans - Être coureur RFS - Courir \geq de 15 km/semaine - Présenter des symptômes de SDFP liés à la course à pied - Avoir une douleur antérieure ou rétro-patellaire du genou lors de 2 activités - Avoir une douleur \geq 3 sur l'EVA 	<ul style="list-style-type: none"> - Affection orthopédique (sauf SDFP) - Affection neurologique - Affection cardiovasculaire - Chirurgie des membres inférieurs
Inclusion:	Exclusion:					
<ul style="list-style-type: none"> - Avoir entre 18 et 35 ans - Être coureur RFS - Courir \geq de 15 km/semaine - Présenter des symptômes de SDFP liés à la course à pied - Avoir une douleur antérieure ou rétro-patellaire du genou lors de 2 activités - Avoir une douleur \geq 3 sur l'EVA 	<ul style="list-style-type: none"> - Affection orthopédique (sauf SDFP) - Affection neurologique - Affection cardiovasculaire - Chirurgie des membres inférieurs 					
Interventions	<p>Les 18 participants ont été réparti de manière aléatoire dans un des programmes suivants, qu'ils ont suivi durant 2 semaines et 8 séances :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1) Attaque FFS : instruction de "frapper avec l'avant-pied" en touchant le sol avec les articulations métatarsiennes - 2) \uparrow 10% de la cadence (SR10%) : maintenir une cadence $>$ de 10%, contrôlée par un métronome audio numérique. - 3) Inclinaison du tronc vers l'avant (FTL) : "courir en augmentant la posture de flexion du tronc" <p>Le temps de course a \uparrow progressivement et les instructions verbales ont \downarrow. Les participants portaient leurs propres chaussures pendant le GR sur tapis roulant et ont reçu l'instruction de ne pas courir en dehors de l'étude.</p>					
Résultats	<p>\uparrow AKPS, pour FFS ($p=0,001$), FTL ($p=0,008$) post GR et 6 mois après. \uparrow AKPS pour SR10% ($p=0,006$) entre le début et 6 mois après, entre le post GR et 6 mois après ($p=0,007$). \downarrow Douleur au genou et \downarrow score LEFS entre le début et le post GR ($p=0,001$) et entre le début et 6 mois après ($p<0,001$) \uparrow Capacités à effectuer des activités fonctionnelles entre le début et le post GR ($p=0,001$) et entre le début et 6 mois après ($p<0,001$). \uparrow Angle de flexion plantaire pour le groupe FFS post GR ($p<0,001$) supérieur à celui du groupe SR10% ($p=0,001$) et à la FTL ($p<0,001$). \uparrow Angle de flexion du tronc pour le groupe FTL post GR ($p<0,001$) supérieur aux autres groupes ($p=0,004$). \uparrow Cadence plus élevée pour le groupe SR10% ($p<0,001$). \uparrow Activité des gastrocnémiens médians des groupes FFS et FTL ($p=0,022$) \uparrow Activité du DF chez FFS par rapport au FTL ($p=0,030$) et SR10% ($p=0,002$)</p>					
Conclusion de l'auteur	La pose FFS, l'augmentation de la cadence des pas et l'inclinaison du tronc vers l'avant ont permis d'améliorer les symptômes du SDFP et la fonction durant 6 mois. Cependant, cette amélioration clinique ne s'accompagne pas de différences cinématiques et EMG significatives.					

Bramah 2019 [95]	Étude de type série de cas					
Objectifs	Étudier l'effet d'une augmentation de 10 % de la cadence de course sur la cinématique de la hanche, du bassin ainsi que sur les mesures cliniques chez les coureurs souffrant de SDFP.					
Population et pathologie	<p>Les 12 participants de cette étude ont été recrutés par le biais d'annonces diffusées dans des clubs de course à pied, une clinique de course à pied universitaire et une clinique de traitement des blessures sportives.</p> <table border="1" data-bbox="456 479 1402 887"> <thead> <tr> <th data-bbox="456 479 911 517">Inclusion:</th> <th data-bbox="911 479 1402 517">Exclusion:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="456 517 911 887"> <ul style="list-style-type: none"> - Avoir un SDFP diagnostiqué - Avoir une cinématique aberrante de la hanche et/ou du bassin - Courir minimum 2 fois/semaine - Avoir une douleur antérieure de genou pendant la course à pied durant au moins 3 mois ou reproduite par 1 activités. - Avoir une douleur max cotée à minimum 3 sur 10 sur l'EN. </td> <td data-bbox="911 517 1402 887"> <ul style="list-style-type: none"> - Chirurgie orthopédique - Déficience neurologique, - Arthrose de genou confirmée, - Déformation du genou - Douleur post trauma ou causée par une autre activité sportive - Course à pied plus pratiquée - Traitement parallèle à l'étude - Douleur apparue après une ↑ 30% du volume d'entraînement </td> </tr> </tbody> </table>		Inclusion:	Exclusion:	<ul style="list-style-type: none"> - Avoir un SDFP diagnostiqué - Avoir une cinématique aberrante de la hanche et/ou du bassin - Courir minimum 2 fois/semaine - Avoir une douleur antérieure de genou pendant la course à pied durant au moins 3 mois ou reproduite par 1 activités. - Avoir une douleur max cotée à minimum 3 sur 10 sur l'EN. 	<ul style="list-style-type: none"> - Chirurgie orthopédique - Déficience neurologique, - Arthrose de genou confirmée, - Déformation du genou - Douleur post trauma ou causée par une autre activité sportive - Course à pied plus pratiquée - Traitement parallèle à l'étude - Douleur apparue après une ↑ 30% du volume d'entraînement
Inclusion:	Exclusion:					
<ul style="list-style-type: none"> - Avoir un SDFP diagnostiqué - Avoir une cinématique aberrante de la hanche et/ou du bassin - Courir minimum 2 fois/semaine - Avoir une douleur antérieure de genou pendant la course à pied durant au moins 3 mois ou reproduite par 1 activités. - Avoir une douleur max cotée à minimum 3 sur 10 sur l'EN. 	<ul style="list-style-type: none"> - Chirurgie orthopédique - Déficience neurologique, - Arthrose de genou confirmée, - Déformation du genou - Douleur post trauma ou causée par une autre activité sportive - Course à pied plus pratiquée - Traitement parallèle à l'étude - Douleur apparue après une ↑ 30% du volume d'entraînement 					
Interventions	Une session unique de 10 minutes a permis d'augmenter la cadence des pas de 10%, au moyen d'un métronome audible. Après cette session, les participants ont poursuivi leur entraînement hebdomadaire en surveillant eux-mêmes leur cadence de course à l'aide d'une montre connectée et d'un métronome.					
Résultats	<p>↑ Fréquence des pas de 11,2 % après 4 semaines (MD : 18,6 pas/min [11,97 ; 25,23]) et de 9,2% à 3 mois (MD : 15,1 pas/min [10,64 ; 19,57]).</p> <p>↓ Pic de CPD* de 3,12° [1,88° ; 4,59°], de la HADD de 3,99° [2,01° ; 5,96°] lors du suivi de 4 semaines. A 3 mois ↓ CPD de 2,7° [1,4° ; 4,1°] et HADD** de 2,8° [0,4° ; 5,4°].</p> <p>↓ Flexion du genou à 4 semaines de 4,10° [0,04° ; 8,15°] et à 3 mois de 4,15° [0,81° ; 7,48°]</p> <p>↓ Douleur sur l'EN, de 6,2 à 1,0 après 4 semaines et 0,3 à 3 mois ($p < 0,01$).</p> <p>↑ LEFS de 62,3 au début à 76,6 à 4 semaines et 79,7 à 3 mois ($p \leq 0,01$)</p> <p>↑ Volume hebdomadaire total (MD : 13,78 km [4,62 ; 22,93]) et de la plus longue distance courue sans douleur (MD : 6,84 km [3,05 ; 10,62 km]) entre le début de l'étude et le suivi après 4 semaines et 3 mois.</p>					
Conclusion de l'auteur	Une augmentation de 10 % de la fréquence des pas améliore la cinématique de la course et les résultats cliniques à 4 semaines et à 3 mois. Il semblerait donc que ce GR soit une intervention efficace, facilement applicable, pour la rééducation des coureurs atteints de SDFP.					

*CPD: contralateral pelvic drop, **HADD: increased hip adduction

Sinclair 2016 [96]	Étude de type série de cas			
Objectifs	Étudier l'effet d'un réentraînement à la course de 10 semaines permettant aux coureurs souffrant de douleurs fémoro-patellaires de passer d'un schéma d'appui arrière-pied à une pose sur l'avant-pied.			
Population et pathologie	<p>Neuf coureurs masculins, présentant un schéma de pose RFS, se sont portés volontaires pour participer à cette étude.</p> <table border="0" data-bbox="456 443 1402 1041"> <tr> <td data-bbox="456 443 932 1041"> <p>Inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avoir une douleur antérieure ou rétro-patellaire du genou lors d'au moins 2 activités : position assise, escaliers, course et saut unipodal accroupissement, agenouillement - Douleur d'apparition insidieuse, non traumatique - Douleur à la palpation des facettes rotuliennes, à la descente d'une marche de 25 cm </td> <td data-bbox="932 443 1402 1041"> <p>Exclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pathologie méniscale, intra-articulaire - Laxité ligamentaire, - Sensibilité du tendon rotulien, de la bandelette ilio-tibiale - Syndrome d'Osgood-Schlatters ou de Sinding-Larsen-Johanssen, - Épanchement articulaire - Douleur à la hanche ou à la colonne - Antécédents de luxation rotulienne - Antécédent de chirurgie du genou - Symptômes < 1 mois, - Douleur < à 3 cm sur l'EVA, - Utilisation AINS ou corticostéroïdes - Personne âgée de plus de 40 ans </td> </tr> </table>		<p>Inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avoir une douleur antérieure ou rétro-patellaire du genou lors d'au moins 2 activités : position assise, escaliers, course et saut unipodal accroupissement, agenouillement - Douleur d'apparition insidieuse, non traumatique - Douleur à la palpation des facettes rotuliennes, à la descente d'une marche de 25 cm 	<p>Exclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pathologie méniscale, intra-articulaire - Laxité ligamentaire, - Sensibilité du tendon rotulien, de la bandelette ilio-tibiale - Syndrome d'Osgood-Schlatters ou de Sinding-Larsen-Johanssen, - Épanchement articulaire - Douleur à la hanche ou à la colonne - Antécédents de luxation rotulienne - Antécédent de chirurgie du genou - Symptômes < 1 mois, - Douleur < à 3 cm sur l'EVA, - Utilisation AINS ou corticostéroïdes - Personne âgée de plus de 40 ans
<p>Inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avoir une douleur antérieure ou rétro-patellaire du genou lors d'au moins 2 activités : position assise, escaliers, course et saut unipodal accroupissement, agenouillement - Douleur d'apparition insidieuse, non traumatique - Douleur à la palpation des facettes rotuliennes, à la descente d'une marche de 25 cm 	<p>Exclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pathologie méniscale, intra-articulaire - Laxité ligamentaire, - Sensibilité du tendon rotulien, de la bandelette ilio-tibiale - Syndrome d'Osgood-Schlatters ou de Sinding-Larsen-Johanssen, - Épanchement articulaire - Douleur à la hanche ou à la colonne - Antécédents de luxation rotulienne - Antécédent de chirurgie du genou - Symptômes < 1 mois, - Douleur < à 3 cm sur l'EVA, - Utilisation AINS ou corticostéroïdes - Personne âgée de plus de 40 ans 			
Interventions	<p>Chaque participant a suivi un programme structuré d'une durée de 10 semaines, permettant de modifier le schéma de pose du pied (RFS à FFS). Des exercices progressifs de prévention ont également été réalisés.</p> <p>Les participants ont reçu les instructions suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 : Augmenter la cadence 2 : Diminuer la longueur de la foulée 3 : courir avec des pas légers, en atterrissant sur la pointe du pied 4 : garder la tête haute et courir aussi haut que possible 			
Résultats	<p>↑ Douleur perçue au niveau du tendon d'Achille ($p=0,034$)</p> <p>↓ KOOS pour : "douleur" ($p=0,003$), "sport" ($p=0,027$) "fonction et vie quotidienne" ($p=0,001$)</p> <p>↓ Force de contact fémoro-patellaire maximale ($p=0,025$), pression de contact fémoro-patellaire maximale ($p=0,035$), taux de charge instantané fémoro-patellaire ($p=0,003$) et impulsion fémoro-patellaire ($p=0,111$)</p> <p>↑ Force maximale du tendon d'Achille ($p=0,035$), taux de charge du tendon d'Achille ($p=0,033$), taux de charge instantané du tendon d'Achille ($p=0,005$) et impulsion du tendon d'Achille ($p=0,001$)</p> <p>↓ Accélération tibiale maximale ($p=0,008$), taux de charge de l'accélération tibiale ($p=0,007$), taux de charge instantané de l'accélération tibiale ($p=0,020$) et taux de charge instantané ($p=0,015$)</p> <p>↓ Masse effective ($p=0,001$)</p> <p>Aucune différence dans la cinématique de la hanche n'a été mise en évidence</p> <p>↓ Amplitude relative du mouvement du genou dans le plan sagittal ($p=0,041$)</p> <p>↑ Flexion plantaire au moment de la pose du pied ($p=0,001$), de l'amplitude relative du mouvement dans le plan sagittal ($p=0,001$)</p>			

	↑ Degré d'inversion au moment de la pose du pied ($p=0,040$) et de l'amplitude relative des mouvements ($p=0,007$)
Conclusion de l'auteur	Les coureurs RFS souffrant de douleurs fémoro-patellaires peuvent passer à un schéma de pose FFS et ainsi réduire leurs symptômes de douleur. Cependant, cela peut entraîner une augmentation de la douleur perçue au niveau du tendon d'Achille.

Cheung 2011 [93]	Étude de type série de cas	
Objectifs	Décrire les effets d'un programme de modification du schéma de pose du pied sur la douleur fémoro-patellaire chez les coureurs.	
Population et pathologie	Trois coureuses (entre 26 et 32 ans), courant entre 20 et 30 km par semaine avec un schéma d'attaque RFS et présentant une douleur fémoro-patellaire unilatérale, ont été recrutées dans un club de course local.	
	Inclusion : <ul style="list-style-type: none"> - Avoir les symptômes liés au SFP depuis au moins 12 mois avant le début du GR. - Pas obtenir d'amélioration suite à des séances de kinésithérapie comprenant un renforcement des quadriceps, des muscles de la hanche et une électrothérapie. 	Exclusion : <ul style="list-style-type: none"> - Lésions des ligaments, des ménisques, des tendons ou d'autres tissus mous - Problèmes cardiovasculaires
Interventions	<p>Les coureurs ont participé à 8 séances de modification du schéma de pose du pied sur tapis roulant, durant 2 semaines. Ils avaient pour consignes de réduire leur bruit de course en raccourcissant la longueur de leur foulée et en évitant de poser le talon au sol.</p> <p>La durée de la course a été progressivement augmentée et le feedback auditif en temps réel (d'un capteur de force placé dans la chaussure) a été diminué. Les participants n'ont reçu aucun autre traitement pendant toute la durée de l'étude.</p>	
Résultats	<p>Modification du schéma de pose du pied dans 90 % des foulées. Les changements ont été maintenus lors d'un suivi de 3 mois.</p> <p>↓ PIV, IVLR (13,7% - 32,3%), AVLr (15,1% - 35,1%) qui se sont maintenues durant 3 mois après le GR.</p> <p>↑ Score de douleur sur l'échelle du SDFP de 10,4 à 19,5 points</p> <p>↑ Score de l'échelle de Kujala de 7 à 13 points</p> <p>↑ Performances en course à pied chez un des participants, qui a rapporté une ↓ de 5 minutes de son temps de course sur 10 km.</p>	
Conclusion de l'auteur	Le réentraînement à la course peut réduire la charge chez les coureurs atteints de SDFP.	

Annexe 16 : Fonctionnement et utilisation de chaque échelle d'évaluation

<p>EVA</p>	<p>Cet outil fiable et valide [76], permet au patient d'autoévaluer l'intensité de sa douleur en faisant varier un curseur sur une ligne de 10 cm, allant de l'absence totale de douleur à une douleur maximale⁹.</p> <p>Le score est déterminé en mesurant la distance (en mm et ou en cm) séparant le point initial du curseur positionné par le patient. Cela donne un score entre 0 et 100, plus le score est élevé, plus l'intensité de la douleur est grande.</p> <p>MCID : 2 points</p>
<p>EN</p>	<p>Le patient autoévalue sa douleur en entourant sur une échelle, la note entre 0 (absence de douleur) et 10 (douleur maximale) qui décrit le mieux son intensité.</p> <p>MCID : Entre 1,16 points et de 2,0 points selon les études</p>
<p>Kujala AKPS</p>	<p>Ce questionnaire de 13 items évalue les symptômes subjectifs (boiterie, décharge, tuméfaction, atrophie musculaire, déficit de flexion etc.) et les limitations fonctionnelles (marche, course, sauts, escaliers, squat, position assise prolongée) des patients souffrants de troubles fémoro-patellaires.</p> <p>Le nombre de réponses possible diffère selon les items. Un score total sur 100 points est obtenu. Son augmentation indique une amélioration de la symptomatologie du patient.</p> <p>MCID : 8 - 10 points</p>
<p>Échelle de Sévérité du SDFP</p>	<p>Cette échelle fiable et valide [80] se présente sous la forme de 10 réglattes évaluant l'intensité de la douleur de genou durant différentes activités.</p> <p>Il est demandé au sujet de faire une croix sur la réglatte pour indiquer l'intensité de sa douleur entre la norme « aucune douleur » et « douleur insupportable ».</p> <p>Un score sur 10 (ou 10 cm) est obtenu pour chaque évaluation, ce qui donne un score total de 100. Une diminution de ce score indique une diminution de la douleur fémoro-patellaire.</p> <p>Dans le cas où la case « pas tenté » est cochée il y a deux possibilités :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) La douleur en est la raison, alors un score de "10" est attribué à l'item 2) L'activité n'est pas pratiquée par le sujet, alors la question est éliminée et le score est comptabilisé sur 90 (ou moins, selon le nombre de cases cochés). <p>MCID : aucune</p>
<p>KOOS</p>	<p>Ce questionnaire d'auto-évaluation possède une bonne fiabilité, ainsi qu'une validité adéquate chez les adultes jeunes et âgés souffrant de blessures au genou [79,108].</p> <p>Il permet d'évaluer les symptômes et les capacités fonctionnelles du sujet au quotidien.</p> <p>Il se divise en catégories :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Douleur (9 items) ○ Symptômes (7 items) ○ Fonction de la vie quotidienne (17 items) ○ Fonction sports et loisirs (5 items)

⁹ <https://www.physio-pedia.com>

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Qualité de vie (4 items) <p>Chaque item comprend cinq options de réponse, de 0 (aucun problème) à 4 (problèmes extrêmes). Le sujet doit cocher qu'une seule case par question.</p> <p>Un score total de 0 à 100 est obtenu en additionnant les scores aux différents items.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 0 = problèmes de genou extrêmes ○ 100 = aucun problème de genou <p>MCID : 10 points pour chaque catégorie</p>
<p>KOS-ADLS</p>	<p>Cette échelle d'auto-évaluation du patient comprend deux parties :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Activités de vie quotidienne (ADLS) <p>Elle comprend 14 items qui évalue la manière dont les symptômes affectent la capacité du sujet à effectuer des activités quotidiennes générales (6 items) et des tâches fonctionnelles spécifiques (8 items). Chaque item de l'échelle est scoré de 0 (incapacité totale) à 5 (aucune difficulté). Le score total maximal possible est 70. Le résultat final est souvent exprimé en pourcentage total. Un pourcentage élevé indique un niveau élevé de capacité fonctionnelle.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Activité sportive (SAS) <p>Elle comprend 11 items qui évalue la manière dont les symptômes affectent la capacité du sujet à pratiquer des activités sportives et récréatives (7 items) et des activités sportives spécifiques (4 items). La notation est la même que pour l'ADLS, excepté que le score maximal possible est 55.</p> <p>L'ADLS a démontré une fiabilité élevée, une validité et une réactivité chez les sujets présentant une pathologie du genou.</p> <p>MCID : Entre 7,1 points et 13,6 points selon les études</p>
<p>LEFS</p>	<p>Ce questionnaire fiable, de 20 questions évalue la capacité de l'individu à effectuer les tâches de la vie quotidienne.</p> <p>Chaque question est scorée de 0 (difficulté extrême) à 4 (pas de difficulté). Chaque score est ensuite additionné pour obtenir un total sur 80 points. Plus le score total est bas, plus l'incapacité est importante.</p> <p>MCID : 9 points</p>

MCID : différence minimale cliniquement importante

Annexe 17 : Niveaux de qualité des données scientifiques selon GRADE

Niveau de qualité	Définition*
Élevé	Nous avons une confiance élevée dans l'estimation de l'effet : celle-ci doit être très proche du véritable effet.
Modéré	Nous avons une confiance modérée dans l'estimation de l'effet : celle-ci est probablement proche du véritable effet, mais il est possible qu'elle soit nettement différente.
Faible	Nous avons une confiance limitée dans l'estimation de l'effet : celle-ci peut être nettement différente du véritable effet.
Très faible	Nous avons très peu confiance dans l'estimation de l'effet : il est probable que celle-ci soit nettement différente du véritable effet.

Facteurs	Description du facteur	Niveau de qualité de départ (nombre de niveaux en moins ou en plus)
Type d'études	essais contrôlés randomisés	élevé
	études observationnelles*	faible
Facteurs qui peuvent diminuer le niveau de qualité des données scientifiques provenant d'études observationnelles et d'essais contrôlés randomisés	risque de biais	
	sérieux	(-1)
	très sérieux	(-2)
	hétérogénéité des résultats	
	importante	(-1)
	très importante	(-2)
	caractère direct des données	
	incertitude	(-1)
	incertitude majeure	(-2)
	imprécision	
	sérieuse	(-1)
	très sérieuse	(-2)
	biais de publication	
	probable	(-1)
	très probable	(-2)
Facteurs qui peuvent augmenter	force de l'association	

Facteurs	Description du facteur	Niveau de qualité de départ (nombre de niveaux en moins ou en plus)
le niveau de qualité des données scientifiques provenant d'études observationnelles	Données scientifiques solides d'une association – risque relatif significatif > 2 (< 0,5) fondé sur des données cohérentes issues d'au moins deux études observationnelles, sans facteurs de confusion plausible.	(+1)
	Données scientifiques très solides d'une association – risque relatif significatif > 5 (< 0,2) fondé sur des données directes, sans problème majeur de validité.	(+2)
	Données d'un gradient dose-réponse	(+1)
	Présence de facteurs de confusion plausibles	
	qui auraient réduit l'effet observé (ces facteurs n'ayant pas été pris en compte dans l'analyse avec ajustement) ;	(+1)
	qui auraient fait s'attendre à un effet alors que les résultats ne montrent aucun effet.	(+1)

* : étude observationnelle : études de cohortes, études cas-témoins, analyses de séries interrompues, études contrôlées avant-après.

Annexe 18 : Échelle de qualité méthodologique AMSTAR-2 (traduction française)

Tableau I. Traduction française de AMSTAR-2.

Items	Cotation
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?
2	Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?
6	Les auteurs ont-ils effectuée en double l'extraction des données ?
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?
10	Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?
12	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?
13	Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ?
14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?
15	S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?

RESUME/ABSTRACT

Introduction : La course à pied récréative, pratiquée par des millions de personnes, est responsable de pathologies de surcharge dont la plus récurrente est le syndrome douloureux fémoro-patellaire (SDFP). Contrôler l'incidence de ces affections et adapter leur traitement est aujourd'hui une préoccupation majeure. La biomécanique de course et la surcharge d'entraînement pourraient constituer un facteur de risque, leur rééducation une solution de traitement potentielle. **Objectifs** : Déterminer et hiérarchiser l'intérêt d'un réentraînement à la course visant à modifier la pose du pied ou la cadence, par rapport à un programme d'éducation, dans l'amélioration des douleurs et de la capacité fonctionnelle des coureurs souffrant de SDFP. **Méthode** : La stratégie de recherche de cette revue systématique repose sur l'élaboration d'une équation de recherche à partir du modèle PICO, puis son investigation dans les bases de données scientifiques (Pubmed, PEDro, Cochrane Library) ainsi que dans la littérature grise. A l'issue de cela, six études ont été incluses en se basant sur des critères d'inclusion et d'exclusion définis. Leur qualité méthodologique a été évaluée par les échelles PEDro (pour les essais contrôlés randomisés) et JBI (pour les séries de cas). **Résultats** : L'hétérogénéité des études incluses n'a pas permis de réaliser une analyse quantitative des résultats. Néanmoins, l'analyse qualitative a révélé qu'une modification du schéma de course seule ou associée à une autre intervention semble avoir un effet significatif en faveur d'une amélioration de la douleur et de la capacité fonctionnelle sur du court et du plus long terme. Les effets de l'augmentation de la cadence de course sur les deux critères de jugement étudiés sont disparates et permettent difficilement de conclure sur leur intérêt. L'ajout de ces interventions ne semblent cependant apporter aucun bénéfice par rapport à la réalisation d'un programme d'éducation visant à gérer la charge d'entraînement. **Conclusion** : En raison de ses contraintes et effets indésirables potentiels, un réentraînement à la course ne doit pas être réalisé en première intention, mais peut être envisagé en cas d'échec d'un programme d'éducation. Toutefois, l'interprétation des résultats doit être réalisée avec précaution compte tenu des faibles échantillons analysés et des biais inhérents aux études. Les résultats obtenus pourraient constituer des preuves préliminaires à des futures études de meilleure qualité.

Mots clés : Course à pied, réentraînement à la course, cadence, pose du pied, éducation, charge d'entraînement, douleur fémoro-patellaire

Introduction: Recreational running, practised by millions of people, is responsible for overload pathologies, which the most recurrent is patellofemoral pain syndrome (PFPS). Controlling the incidence of these conditions and adapting their treatment is a principal concern today. Both running biomechanics and training overload could be a risk factor, their rehabilitation a potential treatment solution. **Objectives:** To determine and to prioritize the value of running retraining aimed at modifying footstrike pattern or pace, versus an education programme, in improving pain and functional capacity in runners with PFPS. **Methods:** The research strategy for this systematic review was based on the development of a search equation using the PICO model, followed by an investigation in scientific databases (Pubmed, PEDro, Cochrane Library) and in the grey literature. Following this, six studies were included based on defined inclusion and exclusion criteria. Their methodological quality was assessed using the PEDro (for randomized controlled trials) and JBI (for case series) scales. **Results:** The heterogeneity of the included studies did not allow for a quantitative analysis of the results. Nevertheless, the qualitative analysis revealed that a change in footstrike pattern alone or in combination with another intervention appears to have a significant effect in improving pain and functional capacity in short and longer term. The effects of increased running pace on the two outcomes studied were disparate, so it was difficult to conclude if they were beneficial. However, the addition of these interventions does not appear to provide any benefit compared to an education program aimed at managing training load. **Conclusion:** Due to its potential limitations and side effects, running retraining should not be performed on a first-line treatment, but may be considered if an education program fails. However, the interpretation of the results should be done with caution, considering the small sample sizes and inherent biases of the studies. The results obtained may provide preliminary evidence for future studies of higher quality.

Keywords: running, gait retraining, pace, footstrike pattern, education, training load, patellofemoral pain