



Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et Réadaptation  
Pays de la Loire.

54, rue de la Baugerie - 44230 SAINT- SÉBASTIEN SUR LOIRE

# L'imagerie mentale comme outil de modulation de la douleur chez les coureurs d'ultra trail long : essai clinique randomisé.

GUILLOTEAU Victor

Mémoire UE28

Semestre 10

Année scolaire : 2024-2025

Région Pays De La Loire  Région  
**PAYS DE LA LOIRE**



**AVERTISSEMENT**

Les mémoires, comptes-rendus et autres écrits des étudiants de l'Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et de la Réadaptation sont des travaux réalisés au cours de leur formation. Ils ne constituent pas nécessairement un modèle. Les opinions exprimées n'engagent que les auteurs. Ces travaux ne peuvent faire l'objet d'une publication, en tout ou partie, sans l'accord des auteurs et de l'IFM3R.

Je soussigné,

**GUILLOTEAU Victor**, déclare être pleinement conscient que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Fait à : **Nantes**

Le : **18/04/2025**

Signature :





## Remerciements

Je souhaite remercier Dany L. et Guillaume J. pour avoir accepté de m'accompagner dans le cadre de cette étude. Leurs apports techniques et leurs énergies ont enrichi ce travail.

Je remercie Mr J, mon directeur de mémoire pour son accompagnement et ses conseils qui m'ont été précieux.

Merci à ma famille, pour leur soutien, leur amour et toutes les fautes d'orthographe qu'ils ont pu corriger.

Un merci spécial à mes camarades de classe et amis, pour leurs encouragements, leurs échanges et pour tous les moments partagés.

Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Que ce soit à travers des discussions enrichissantes, des conseils ou simplement par leur présence, leur contribution a été précieuse.



**Résumé :** Ce mémoire s'intéresse à l'utilisation de l'imagerie mentale comme outil de modulation de la douleur chez les coureurs d'ultra trail long. L'ultra trail est une discipline d'endurance extrême où la gestion de la douleur et de la motivation est essentielle à la réussite de la course. Dans ce contexte, l'imagerie mentale, déjà utilisée en rééducation et en préparation mentale, pourrait constituer une approche efficace pour améliorer la tolérance à la douleur et l'expérience des coureurs.

L'étude proposée prend la forme d'un essai clinique randomisé comparant deux groupes de coureurs : un groupe expérimental pratiquant un protocole d'imagerie mentale de quatre semaines avant une course de 160 km, et un groupe contrôle sans intervention spécifique. L'intensité de la douleur perçue serait évaluée à plusieurs moments clés de la course à l'aide de l'échelle EVA. L'objectif principal est d'évaluer l'impact de l'imagerie mentale sur la perception de la douleur, avec l'hypothèse que cette approche permettrait une meilleure gestion de la douleur.

Il s'agit de la conception d'un protocole. Ne pouvant être mis en place, il ciblera les éléments théoriques et méthodologiques. Il ouvre ainsi des perspectives intéressantes pour la kinésithérapie et la préparation mentale des sportifs.

**Abstract:** This thesis looks at the use of mental imagery as a tool for pain modulation in long-distance ultra trail runners. Ultra trail is an extreme endurance discipline where pain management and motivation are essential to race success. In this context, mental imagery, already used in rehabilitation and mental preparation, could be an effective approach to improving pain tolerance and experience in runners.

The proposed study takes the form of a randomized clinical trial comparing two groups of runners: an experimental group practicing a mental imagery protocol for four weeks prior to a 160 km race, and a control group with no specific intervention. Perceived pain intensity would be assessed at several key points during the race using the VAS scale. The main aim was to assess the impact of mental imagery on pain perception, with the hypothesis that this approach would enable better pain management.

This involves designing a protocol. Since it cannot be implemented, it will focus on theoretical and methodological elements. It opens up interesting prospects for physiotherapy and the mental preparation of sportspeople.

**Mots clés :** Imagerie mentale / Ultra trail long/ Douleur perçue

**Key words:** Mental imagery / Ultra trail long/ Pain perception

**Glossaire des abréviations :**

UT = ultra trail

IM = imagerie mentale

EVA = échelle visuel analogique

EN = échelle numérique

ECR = essai clinique randomisé

DMCI = différence minimum cliniquement intéressante

**Sommaire :**

Introduction	10
Cadre conceptuel :	11
A - L'ultra trail	11
A1 - Présentation de l'activité	11
A2 - Déterminants d'un ultra trail	13
A3 - blessures et abandons	17
B – La douleur dans l'ultra trail	18
B1 – Définition et principes de la douleur	18
B2 – Physiologie de la douleur	18
B3 - Variation interpersonnelle, modèle bio-psycho-social	20
B4 - Stratégie de gestion de la douleur	20
B5 – blessure et antidouleur	21
B6 - Evaluation de la douleur	22
B7 –Gestion de la préparation mentale et de la course	22
C – L'imagerie mentale	23
C1 - Définition et applications pratiques	23
C2 - Modalités et type d'imagerie	23
C3 - Objectifs et résultats	24
C4 - Evaluations et informations avant la mise en pratique	24
C5 - Mise en pratique dans l'ultra trail	25
Question de recherche :	26
Méthode :	27
1 – Choix de la méthodologie	27
2 - Objectifs de l'étude :	28
3 - Informations administratives	28
4 - Explication globale de l'étude	29
5 - Population :	30
6 – Intervention	32
7 – Traitement et analyse statistique	35
Résultats :	39
Discussion :	42
Conclusion :	47
Bibliographie :	48
Annexes :	52

## Introduction

L'ultra trail est une activité en plein essor qui demande de nombreuses qualités qu'elles soient physiques ou mentales. L'ultra traileur vient chercher ses limites et pousse son corps dans des conditions extrêmes.(1)

Nous avons analysé la pratique de l'UT pour permettre de mieux comprendre cette activité, les facteurs physiques, psychologiques, les facteurs de performance(2) et ce qui peut contraindre à abandonner.(3)

Dans ces facteurs de réussite d'un UT, une composante revient régulièrement et est étroitement liée avec la kinésithérapie, celle de la gestion de la douleur. C'est l'une des principales raisons d'abandons.(4) Elle n'est pas forcément liée à une blessure et est inévitable lors de courses aussi longues que les UT.(5)

L'investigation du versant psychologique (6) a montré que des stratégies de gestion de la douleur sont mises en place durant les courses d'UT. Celles-ci sont souvent inconscientes et très peu de coureurs ont une préparation spécifique pour cet aspect de la course.

De nombreux outils sont utilisés dans la préparation mentale notamment la méditation, la respiration ou la visualisation autrement dit l'imagerie mentale. Cependant peu d'études ont mesuré leurs réelles efficacités lors des courses.

En kinésithérapie, l'IM est utilisée à des fins de gestion de la douleur ou pour optimiser une récupération motrice.(7) Dans le sport, l'IM est utilisée à des fins de performance mais aucune étude n'évalue son utilisation dans l'objectif de gestion de la douleur lors d'effort type UT.

L'UT long engendre forcément des douleurs et nous nous demandons donc si l'utilisation de cette technique pourrait avoir de l'efficacité au cours d'une course. Nous nous poserons la question : « Quel est l'impact d'un programme d'imagerie mentale sur la gestion de la douleur durant une course d'ultra trail long ?

## Cadre conceptuel :

### A - L'ultra trail

#### A1 - Présentation de l'activité

##### A 1.1 Définition, participants, principes

L'ultra trail long désigne des courses à pied de plus de 80 kilomètres selon la FFA. Dans ce travail, nous fixerons la distance d'étude de 160 à 180 kilomètres qui est l'une des distances les plus réputée en UT et qui permet d'avoir une longueur et une difficulté de course importante. Dans la littérature, la distance de 100 miles est souvent utilisée. L'UT a été défini par « l'International trail Running Association » (ITRA) comme « une compétition pédestre ouverte à tous, dans un environnement naturel (montagne, désert, forêt, plaine...) avec le moins possible de routes cimentées ou goudronnées (qui ne devraient pas excéder 20% de la distance totale) » (8).

La durée de ces courses varie entre 19 heures pour la tête de course jusqu'à 66 heures pour les derniers en fonction des barrières horaires imposées. Cela contraint les participants à réaliser au minimum une nuit blanche à courir voir deux à trois pour certains. Des ravitaillements sont prévus environ tous les 20 kilomètres avec la possibilité de dormir mais surtout de se poser, se ravitailler et se soigner. (Figure 1)



Figure 1 : Profil de course de la diagonale des fous 2024 (176 kilomètres)

L'UT long est une activité physique de gestion ou de nombreux éléments entrent en compte comme l'alimentation, le matériel, l'hydratation, l'intensité de l'effort produit, les

conditions météorologiques. La réalisation d'une bonne course est forcément corrélée à l'harmonisation de tous ces facteurs.

La gestion de la nutrition et de l'hydratation est très importante, elle permet de couvrir les glucides, les lipides, les minéraux, tous les besoins physiologiques et donc l'énergie nécessaire pour avancer. Cependant manger durant un effort est contraignant car le sang est majoritairement envoyé dans les muscles et le système digestif est moins irrigué. On peut ajouter à cela l'effet rebond dû à la course qui ne facilite pas la digestion.(9) L'hydratation est également importante car le coureur perd beaucoup de sueur et certaines permettent d'apporter des minéraux nécessaires.(10)

Le matériel utilisé durant un UT est plutôt minime, un sac à dos avec le matériel obligatoire comme une couche imperméable, une couverture de survie, une réserve d'eau et de nourriture. Les bâtons ne sont pas obligatoire mais sont utilisés par la plupart des coureurs, ils permettent de percevoir un effort moins difficile cependant il n'y a pas d'amélioration du cout énergétique(11). La possibilité d'utiliser des habits compressifs est autorisée mais n'apporte pas une différence significative dans la performance. Elle peut tout de même avoir une utilité dans la sensation de courbatures et sur la récupération(12)

Les participants de ce type de course sont plutôt âgés en comparaison avec d'autres activités physiques. Selon les sources, l'âge de participation moyen serait de 43 ans. Des auteurs ont analysé les données de près de 36 000 athlètes sur 827 éditions de 183 courses de 100 miles ( $\approx 160$  km) dans le but d'examiner les performances des meilleurs athlètes et de déterminer l'âge du pic de performance en ultra-marathon. Ils ont déterminé un âge de performance de 39 ans chez les femmes et 37 ans chez les hommes.(13)

### **A1.2 Motivation et recherche de ses limites**

L'UT long est une activité très exigeante et nous nous sommes demandés quelles étaient les motivations de cette population d'ultra traileurs. La définition de la motivation est « le construit hypothétique utilisé afin de décrire les forces internes et/ou externes produisant le déclenchement, la direction, l'intensité et la persistance du comportement » (14).

Seuls les professionnels se battent pour le podium et certains amateurs qui s'intéressent à leur classement. La plupart vont avoir l'objectif soit de finir la course soit d'être dans les temps qu'ils s'étaient fixés. L'objectif de course est donc personnel et chacun peut y trouver son compte quel que soit le classement.

Être finisher d'une course procure un sentiment intense qui favorise l'estime de soi.(15) Le fait de réussir l'objectif pour lequel le coureur s'est préparé depuis des semaines favorise ce sentiment de satisfaction.

Le coureur d'UT a également l'envie d'aller explorer ses propres limites physiques et mentales.(15) Cette envie d'exploration le pousse à faire des distances plus grandes ou des courses plus difficiles. Le corps possède des ressources insoupçonnées qu'il est difficile d'aller chercher dans un monde où tout est accessible facilement. L'UT permet d'aller chercher ce qu'il y a de plus profond en soi et de se retrouver dans une position inconfortable. Ces épreuves permettent de vivre des expériences intenses, marquées par des sensations, des émotions et des sentiments hors du commun.

## **A2 - Déterminants d'un ultra trail**

Nous allons déterminer quelles sont les ressources et les capacités nécessaires aux ultra traileurs dans leur pratique. Nous séparerons d'un côté le point de vue physique puis d'un autre le point de vue psychologique, malgré le fait qu'ils ne soient pas vraiment dissociables.

### **A2.1 - Déterminants physiologiques de l'activité**

#### **A 2.1.1 Contraintes et fatigue neuromusculaire**

L'UT est un activité d'endurance durant lequel les athlètes marchent et courent.(16) Aucune donnée sur la proportion entre la marche et la course n'apparaît dans la littérature mais plus le coureur est préparé et performant plus il court durant la course.(17) Les montées se font généralement en marchant et les descentes ainsi que le plat en courant.

Les bâtons sont très majoritairement utilisés en ultra-trail. Ils sont employés pour la propulsion et la traction en montée et pour l'équilibration et le freinage en descente. S'ils sont manipulés correctement, ils permettent de limiter de 15% les dommages musculaires sur les muscles des membres inférieurs (18)

Plusieurs types de fatigue sont retrouvés durant un UT. La fatigue neuromusculaire qui entraîne une diminution de la contraction musculaire volontaire maximale, elle augmente également les marqueurs de l'inflammation au niveau musculaire et articulaire(19) (20). La fatigue liée au manque de sommeil qui augmente le risque d'accident et le taux de blessures(21) et augmente la sensation d'effort perçu.(22)

Les contraintes à répétitions reçus tout au long de la course par les muscles et les articulations provoquent de la fatigue et **de la douleur croissante au fil du temps**.(23) La fibre musculaire est altérée, il y a une inflammation généralisée et la capacité intrinsèque de production de force du muscle est modifiée. Peu importe la vitesse, les contraintes accumulées par la distance, le temps, le dénivelé vont provoquer une réaction et impliquer les mécanismes de la douleur. Celle-ci peut être majorée par une mauvaise gestion de la vitesse au début de la course qui va entraîner une réaction physiologique de fatigue.(24) Ce mécanisme de fatigue intervient nécessairement au cours de la course mais dépend de nombreux facteurs tels que de la préparation du coureur, et la résistance de celui-ci au stress mécanique et oxydatif

### **A 2.1.2 Adaptation du corps**

Au cours d'une course d'UT, avec la fatigue neuromusculaire, le corps va adapter sa façon de se déplacer. En effet cette étude de 2016 (25) a évalué la façon de marcher de participants avant et pendant la course. La fatigue périphérique des fléchisseurs plantaires a été significativement corrélée à la fois aux changements de vitesse et à l'angle de la cheville au contact. Cette étude indique que, sous l'effet de la fatigue, les coureurs d'UT adoptent des ajustements protecteurs entraînant un atterrissage du pied plus plat, proportionnel à leur niveau de fatigue. Cette stratégie pourrait avoir pour objectif de réduire la charge globale exercée sur le système musculosquelettique. Le corps est donc inconsciemment capable de

trouver les stratégies qui lui permettent de tolérer au mieux la contrainte et de solliciter les structures étant capables de l'accepter sur le moment. Il existe pour chacun un panel d'adaptation physiologique pour la marche et la course lui permettant de solliciter plus ou moins certaines structures.

### **A 2.1.3 La préparation physique**

La base pour réussir un UT est la préparation physique. Celle-ci est conséquente et relève en moyenne de 6 à 8 heures d'entraînement par semaine (26). Préparer un UT demande une implication conséquente pour que le corps puisse supporter un effort important. Les sorties longues sont importantes pour préparer le corps à ce type d'effort et engendrer des adaptations tissulaires qui permettront de retarder et de mieux tolérer l'effort et la douleur. Le protocole d'IM viendra donc en complémentarité avec cette préparation physique indispensable.

## **A2.2 – Déterminants psychologiques**

### **A2.2.1 La métacognition**

La métacognition a été définie par Flavell (1979) comme « la compréhension et le contrôle par un individu de ses propres processus mentaux ». Ces processus tels que la planification, la surveillance, l'évaluation et les expériences métacognitives sont au cœur de l'adoption de stratégies cognitives durant un UT. Ils sont aussi essentiels à un contrôle cognitif efficace pendant la course (27) Ces stratégies cognitives sont indispensables à la performance.

### **A2.2.2 La force mentale**

Une étude de 2020 a évalué la force mentale chez les coureurs d'ultramarathon élite grâce à un questionnaire validé (le SMTQ) qui prend en compte la confiance, la constance et le contrôle.(28) Elle a comparé les scores de professionnels de football et d'arts martiaux avec ceux des coureurs et ce score est nettement plus élevé chez les coureurs d'UT. Les auteurs concluent que dans un sport comme l'UT cette force mentale est développée et les coureurs en ont besoin pour aller au bout de la difficulté des courses. Cette force mentale va permettre

la mise en place des stratégies de coping pour gérer la douleur et la difficulté au fur et à mesure de la course.

### A2.3 le modèle flush

L'article de G. Millet(24) issu de la revue Sports Medicine explore les mécanismes de la fatigue neuromusculaire chez les coureurs d'ultramarathon et propose le Flush Model pour expliquer la régulation de la performance. (Figure 2) Ce modèle repose sur une analogie avec un réservoir de chasse d'eau et vise à intégrer les mécanismes de fatigue centrale et périphérique ainsi que leur impact sur la stratégie de course.

Le Flush Model comprend quatre éléments :

1. Le flotteur représente le niveau de perception de l'effort (RPE) qui augmente ou diminue en fonction de plusieurs facteurs.
2. Le taux de remplissage (filling rate) est influencé par la fatigue musculaire, la douleur et les mécanismes d'inhibition au niveau spinal et supra spinal.
3. Le tuyau d'évacuation (waste pipe) symbolise les stratégies permettant de réduire la perception de l'effort, comme la motivation, la nutrition ou les techniques cognitives.
4. La réserve de sécurité (security reserve) correspond à une marge physiologique et psychologique que l'athlète peut mobiliser pour éviter une défaillance catastrophique.

Ce modèle met en avant une régulation centralisée de l'effort, intégrant des signaux issus des muscles, du cerveau et de l'environnement. Il suggère que la performance en ultramarathon dépend non seulement de la fatigue physique, **mais aussi de la perception de l'effort et de la capacité à gérer cette perception grâce à différentes stratégies.**

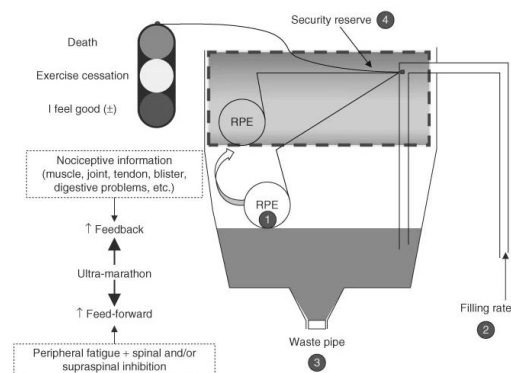


Figure 2 : schématisation du modèle flush ou modèle de la chasse d'eau

### **A3 - blessures et abandons**

Le taux d'abandon de chaque course varie en fonction des conditions et de la difficulté de l'épreuve. Pour exemple, le grand raid de la réunion annonce un taux moyen d'abandon d'environ 40 % sur la course de 175 kilomètres variant en fonction des conditions climatiques et l'état du terrain.

Chez les coureurs abandonnant, il est significativement retrouvé plus de problèmes cutanés type ampoules, des douleurs musculaires et de l'épuisement comparé aux coureurs finisseurs.(3) Les problèmes digestifs sont fréquents avec des vomissements et sont l'une des principales raisons d'abandons.(10)

Une étude (4) de 2016 sur 10 coureurs ayant abandonnés d'un UT de 172 kilomètres a analysé les mécanismes psychologiques avant un abandon. Les coureurs décrivent d'abord une prise de conscience de la douleur et des inconforts physiques (musculaires, digestifs, hypothermie), qu'ils tentent de rationaliser en cherchant une explication (terrain difficile, météo, fatigue accumulée). Ils ajustent ensuite leur course en modifiant leur allure ou leur technique pour limiter l'inconfort. Malgré ces adaptations, la douleur et la fatigue persistent, conduisant à des stratégies pour tenter de surmonter les difficultés (repos, nutrition, soutien médical ou moral). Peu à peu, les coureurs font une évaluation négative de leur état et des kilomètres restants, déclenchant un dialogue interne sur l'opportunité d'abandonner. Finalement, la décision de retrait devient inévitable et, bien que souvent accompagnée de déception, elle est parfois perçue comme une nécessité pour préserver leur intégrité physique.

On retrouve un nombre de blessures conséquent en UT avec environ 7,2 blessures pour 1000 heures de courses notamment situées sur les membres inférieurs.(29) Ces blessures peuvent avoir lieu durant la préparation physique ou durant les courses. La blessure est définie par la clinique du coureur comme : « Douleur musculosquelettique des membres inférieurs liée à la course à pied (entraînement ou compétition) qui entraîne une

restriction ou un arrêt de la course à pied (distance, vitesse, durée ou entraînement) pendant au moins 7 jours ou 3 séances d'entraînements programmées consécutives, ou qui oblige le coureur à consulter un médecin ou un autre professionnel de la santé ».(30) La plupart des blessures sont localisées aux membres inférieurs et sont liées principalement à un excès de charge ou à un traumatisme.(29)

## **B – La douleur dans l’ultra trail**

### **B1 – Définition et principes de la douleur**

#### **B1.1 : définition**

La douleur est définie par l'Association internationale pour l'étude de la douleur (IASP) comme "une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable associée à des lésions tissulaires réelles ou potentielles". Cette définition met en lumière la nature subjective et complexe de la douleur, qui est influencée non seulement par des facteurs physiologiques, mais aussi par des aspects émotionnels et cognitifs.(31)

La douleur joue plusieurs rôles essentiels dans l'organisme. Elle agit comme un signal d'alarme, avertissant d'un danger potentiel ou d'une lésion tissulaire, permettant ainsi de réagir rapidement pour limiter les dégâts. Sur le plan biologique, elle déclenche des réponses réflexes de protection mais elle peut également se chroniciser et engendrer des adaptations néfastes pour le corps. La douleur chronique est caractérisé par une douleur de plus de 3 mois.(32) Notre étude se basera donc sur la douleur aigue soit déclenché par la course.

### **B2 – Physiologie de la douleur**

Le système nociceptif est reconnu comme un système sensoriel à part entière, allant des afférences primaires à de multiples zones du cerveau. L'expérience de la douleur est fortement modulée par les interactions des voies ascendantes et descendantes. (33)

La nociception peut être divisée en quatre étapes : la transduction, la transmission, la perception et la modulation. La transduction est le processus de conversion des stimuli en potentiels d'action neuronaux au niveau du récepteur sensoriel. La transmission désigne la propagation des potentiels d'action le long des neurones du récepteur périphérique à la moelle épinière, puis au centre du cerveau. La perception se produit simultanément à l'intégration du signal au niveau cortical. Ce processus implique alors plusieurs régions corticales, appelées matrices de douleur, qui influencent tous les composants de la sensation de douleur. Le mécanisme complexe par lequel la transmission synaptique des signaux douloureux est modifiée s'appelle la modulation. (Figure 3)

Trois parties du système nerveux sont responsables de la sensation et de la perception de la douleur :

- Les voies ascendantes, qui commencent dans le système nerveux périphérique, se déplacent jusqu'au niveau de la colonne vertébrale dans la corne dorsale notamment le faisceau spinothalamique et montent ensuite vers des centres supérieurs du système nerveux central
- Les centres d'intégration situés dans le tronc cérébral, le mésencéphale, le diencéphale et le cortex cérébral
- les voies efférentes qui descendent du SNC vers la moelle épinière.(34)

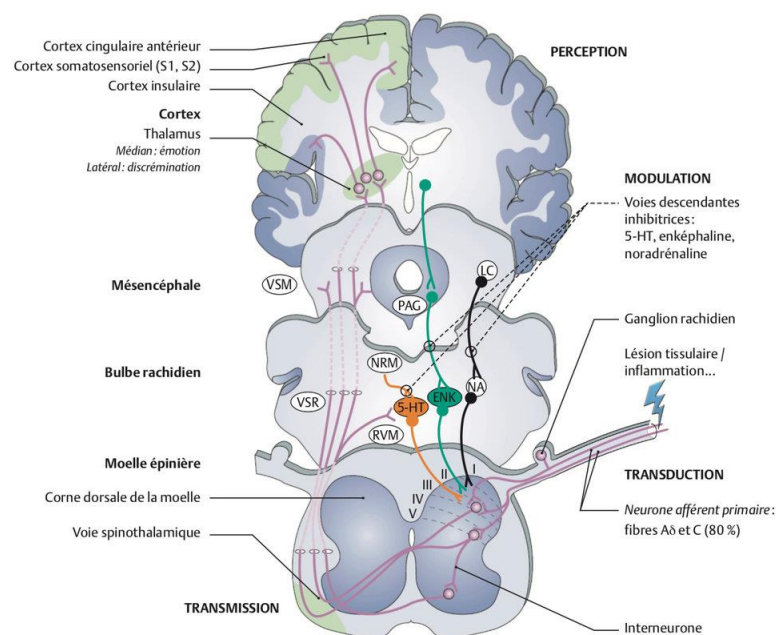


Figure 3 : Schéma de la physiologie de la douleur

### **B3 - Variation interpersonnelle, modèle bio-psycho-social**

La douleur est à prendre en compte dans son contexte bio-psycho-sociale car de nombreuses caractéristiques vont venir influencer notre perception de la douleur telles que nos croyances, nos émotions, notre comportement, le contexte environnementale.(35) De nombreux facteurs influencent son expérience, par exemple : le vécu, la préparation physique, l'implication, l'état émotionnel et bien d'autres. Ceci nous montre que l'expérience de la douleur est complexe et propre à chacun.

Il a été montré que la tolérance à la douleur est plus élevée chez les athlètes que chez des personnes ne pratiquant pas d'activité physique (36). Les auteurs avancent l'hypothèse que deux mécanismes peuvent coexister, le seuil douloureux qui a augmenté et une meilleure utilisation des stratégies de gestion de la douleur.

Cette méta-analyse a observé des athlètes en général et nous pouvons supposer que chez les ultras traileurs cela est encore plus vrai dû au fait qu'il sont confrontés plus régulièrement à la douleur. Cependant, (37) cette étude qui fait le même constat remet en question le fait que : Est-ce que c'est le fait de faire de l'UT qui augmente le niveau de tolérance à la douleur ou est-ce que les ultras traileurs ont déjà des prédispositions à tolérer la douleur ?

### **B4 - Stratégie de gestion de la douleur**

Une étude de 2020 (ECR) (5) montre la différence entre la douleur et le fait de souffrir de cette douleur. Elle évalue l'intensité de douleur musculosquelettique au cours d'une course de 250km dans le désert en 5 étapes ainsi que les stratégies mises en place par les coureurs pour gérer la douleur. Elle a montré que l'intensité de la douleur augmente significativement avec l'avancée dans les étapes de façon linéaire. Tous les participants ont eu l'expérience de la douleur mais ceux qui abandonnent (28 participants, 14%) montrent une intensité de douleur supérieure aux finishers. Ils montrent également l'utilisation de stratégies d'inadaptation à la douleur.

Les stratégies d'adaptation à la douleur étaient définies comme les suivantes : « ignoraient leur douleur », « voyaient la douleur comme un défi » et « essayaient de ne pas laisser la douleur les déranger. »

Les stratégies d'inadaptation à la douleur étaient définies comme les suivantes : « ont estimé qu'ils ne pouvaient plus supporter leur douleur », « se sentaient vaincus par leur douleur », « se sentaient effrayés par leur douleur » et « ont ressenti un désir d'arrêter en raison de la douleur. »

De façon consciente ou inconsciente, la distraction permet également de diminuer la douleur.(38) Cette étude de 2024 montre qu'avec le même stimulus douloureux, l'intensité de douleur était significativement diminuée quand une tâche de distraction était donnée. Cela conforte l'idée que la douleur est un ensemble de facteurs et qu'une stratégie de distraction diminue son intensité.

## **B5 – blessure et antidouleur**

L'utilisation d'anti inflammatoire non stéroïdien (AINS) est de plus en plus présente dans la pratique de l'UT. Ces médicaments dont certains se délivrent sans ordonnance permettent de diminuer la production des prostaglandines. Les prostaglandines ont des fonctions différentes, notamment rendre les cellules nerveuses sensibles aux signaux de douleur. Une étude fait le constat suivant : durant la course de la Western states endurance run 2009(3), 60,5 % des coureurs finisseurs utilisent des AINS et 46.4% des coureurs ayant abandonné en ont utilisé également. Nous faisons le choix **d'interdire la prise d'AINS ainsi que tout autre antidouleur** pour les participants de l'étude. La prise de ce type de médicament entrainera une exclusion lors des résultats. Par ailleurs la prise d'Ibuprofène malgré une diminution de la douleur augmente le stress oxydatif et peut entrainer des risques pour les coureurs.(39)

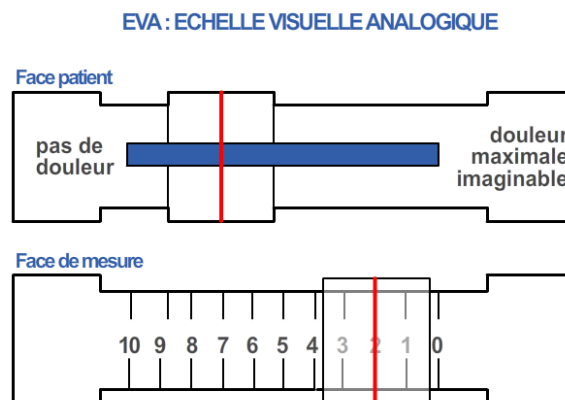
Nous différencierons la douleur due à la course de celle due à la blessure, en effet le rapport à la douleur n'est pas forcément lié à celui de la blessure. Comme vu précédemment, la lésion tissulaire envoie un message de douleur afin de protéger l'organisme. Cependant ce n'est pas le même mécanisme que l'inflammation généralisé et liée à la fatigue que ressentent

les coureurs en UT. **Nous excluons donc les blessures de notre étude afin de ne pas interférer sur les résultats.**

## B6 - Evaluation de la douleur

La douleur peut être évaluée selon ses différentes composantes ou selon la population en question, de nombreux outils sont validés selon les caractéristiques recherchées. Le questionnaire McGill permet (40) d'être très précis sur un type de douleur ou d'intégrer une composante psycho-sociale. Cependant il est compliqué à mettre en place et correspond moins à nos attentes. L'échelle numérique (EN) ou l'échelle visuel analogique (EVA) permet une évaluation rapide et reproductible. Elles sont utilisées en pratique clinique régulièrement.(41) Compte tenu des valeurs métrologiques et de la facilité d'utilisation, l'EVA nous semble la plus adapté à notre protocole

Focalisons nous sur l'EVA (42) qui correspond au mieux à notre étude et que nous allons utiliser. Elle permet une retranscription numérique d'une information visuelle que va transmettre le sujet. Elle permet de neutraliser plusieurs biais comme le fait de se souvenir du chiffre que l'on a donné la dernière fois. Elle est rapide à utiliser et adapter à la douleur aigue.



## B7 –Gestion de la préparation mentale et de la course

Nous définissons la préparation mentale comme un acte spécifique dans le but de renforcer, améliorer certaines capacités mentales à des fins de performance. Il existe plusieurs outils pour travailler son mental, notamment la relaxation, le yoga ainsi que la visualisation.

Chacun va avoir ses attentes et ses objectifs avec ce genre de pratique. Certains vont utiliser ces outils pour diminuer le stress, d'autres pour canaliser leur énergie ou augmenter la motivation.

## **C – L'imagerie mentale**

### **C1 - Définition et applications pratiques**

L'imagerie mentale est définie comme « l'utilisation de tous les sens pour recréer ou créer une expérience dans l'esprit ».(43) C'est la visualisation d'un sens ou d'une action créée consciemment par le cerveau en ayant des objectifs précis durant cette visualisation.

Il existe de nombreuses applications à l'imagerie mentale. Elle est utilisée dans un contexte pathologique, dans un but de réhabilitation ou de rééducation, d'entretien des circuits neuronaux en l'absence de possibilité de mouvement, de gestion des facteurs psychologiques. Elle est également utilisée dans un contexte de performance sportive, elle permet d'améliorer la rétention et le transfert d'une nouvelle compétence(44) et de mouvements tactiques(45), améliore les symptômes d'anxiété avant la performance(46), la confiance(47) et est associée à une plus grande résistance mentale(48). Elle fait partie d'un éventail d'outils qui peuvent être utilisés dans la préparation mentale.

### **C2 - Modalités et type d'imagerie**

Deux grands types d'imageries sont utilisés en faisant appel à des structures cérébrales distinctes, mais partageant des composantes communes. Il y a l'imagerie kinesthésique et l'imagerie visuelle.(49)

L'imagerie visuelle consiste à se voir faire l'action. Elle peut être pratiquée à la première personne, le mouvement est vu par ses propres yeux ou alors à la troisième personne, le mouvement est vu d'un point de vue externe avec différents angles de vue possible.

L'imagerie kinesthésique va se focaliser sur les sensations telles que le toucher, la proprioception. Cette méta-analyse(49) conclut que l'utilisation de ces 2 types d'imageries combinées est plus efficace qu'une utilisation distincte. Différentes caractéristiques peuvent également être définies telles que la vitesse de l'action, sa durée, sa couleur afin de s'adapter à l'environnement, au contexte et aux attentes de l'athlète(50).

Une séance d'IM peut durer de 1 min à 30 minutes. Le choix a été fait de prendre 15 minutes par séance car selon ces articles (51)(52), des séances de plus de 20 minutes ne permettent pas une concentration optimale et lors d'une séance inférieure à 5 minutes les résultats sont moins significatifs.

### **C3 - Objectifs et résultats**

Il existe 4 grands thèmes de résultats que l'on souhaite obtenir grâce à l'imagerie mentale. Ils peuvent se rapporter à l'apprentissage moteur et la performance, à la stratégie et la résolution de problèmes (par exemple, la mémorisation, la planification, la pensée créative, la révision, l'évaluation), à des résultats psychologiques (par exemple, l'attention, l'excitation, la motivation, la confiance en soi, les émotions et l'anxiété) et à la réadaptation à la suite de blessures.(53) Souvent l'un des résultats est ciblé mais il est fréquent que plusieurs de ces facteurs soit améliorés lors d'un même programme d'imagerie mentale. L'un des conseils pour la réussite d'un programme est de suivre l'hypothèse du modèle selon laquelle « ce que vous voyez est vraiment ce que vous obtenez »(43).

L'utilisation de l'imagerie mentale sur des patients sains permet d'améliorer le seuil de douleur.(54) L'attention et la distraction peuvent donc moduler les réseaux neuronaux liés à la douleur et la perception de la douleur. En comparant la douleur aiguë et la douleur chronique dans l'utilisation de l'IM, un meilleur effet est reconnu sur la douleur chronique.(55)

### **C4 - Evaluations et informations avant la mise en pratique**

Il existe une variabilité inter personnelle à la stimulation par imagerie mentale. Il a été montré une corrélation entre la capacité à imaginer et l'importance des bénéfices que l'on pouvait en tirer(56). C'est une compétence qu'il est possible de travailler et il existe des

possibilités pour stimuler la création de ces images comme par exemple la diffusion de vidéos ou photos avant la période d'imagerie pour faciliter la création d'image par le sujet.(57)

Il est essentiel, avant de commencer un programme, d'évaluer cette capacité du sujet à imaginer avec différents tests. Un indice d'imagerie motrice basé sur un questionnaire (58), des tests de chronométrie mentale et des enregistrements physiologiques **permettent d'évaluer la capacité d'imagerie d'un sujet** ainsi que déterminer ses préférences en terme d'imagerie (59). Le test MIQ 3 (annexe 1), que l'on va utiliser dans l'étude, permet de comprendre quel type d'imagerie correspond à la personne, d'avoir une référence sur sa capacité à visualiser et d'individualiser le protocole. Il y a plusieurs moyens d'évaluer la chronométrie mentale. L'objectif est d'observer s'il y a une différence entre le temps mis pour une activité réel et la même activité mais visualisée en IM. Il y a une corrélation entre le fait d'avoir une bonne chronométrie mentale et les effets bénéfique de l'IM. (59)

### **C5 - Mise en pratique dans l'ultra trail**

Si l'on applique l'IM à l'ultra trail, les objectifs seraient un « contrôle » de la motivation ainsi qu'une meilleure gestion de la douleur et des émotions. Ces objectifs sont également individualisables mais ils restent une généralité et une base commune.

Le travail de visualisation dans un contexte de préparation d'une course commence par une découverte et une familiarisation avec l'imagerie. Ensuite plusieurs outils peuvent être utilisés spécifiquement :

- De la réorientation de la tension : Visualiser un étau qui vient se resserrer puis se relâcher. Ressentir quelque chose de positif comme une sensation de chaleur.
- Du switch attentionnel : Se focaliser sur ce qui ne va pas puis se focaliser sur ce qui va bien.
- De la distraction attentionnelle : visualiser une éponge qui absorbe la douleur ou une poche de glace qui soulage l'endroit douloureux, ressentir un pas léger sur le sol, se concentrer exclusivement sur sa respiration.

- Imagerie de confiance et de réussite : visualiser le départ, se visualiser dans la difficulté mais réussissant à aller jusqu'à l'arrivée, en ressentant le sentiment de l'excitation du départ ou de l'arrivée. Penser à ses proches.

La plupart de ces stratégies sont un entraînement pour que l'athlète les réutilise pendant la course au moment opportun. La difficulté est que la mise en place peut être impactée par la fatigue et le manque de lucidité lors de la course. Si le coureur est dans un état de fatigue intense, il peut ne pas réussir à mettre en place ce qu'il a travaillé ou ne pas y penser. C'est pourquoi nous allons leur recommander lors d'une sortie longue avant la course d'essayer de mettre en place ces techniques afin de se familiariser à les utiliser durant l'effort.

### **Résumé du cadre conceptuel :**

L'UT est un sport d'endurance long où la douleur est systématique à cause de plusieurs facteurs comme l'inflammation généralisée induite par la contrainte d'un effort de cette durée. Des processus mentaux sont mis en place inconsciemment pour gérer cette douleur et sont nécessaires pour aller au bout de ces courses. Des études ont relaté ces processus et l'aspect psychologique de l'UT. Cependant peu se sont intéressées aux effets de la préparation mentale et à l'entraînement de ces stratégies cognitives. L'IM a fait ses preuves dans le domaine de la douleur pourtant aucune étude ne met en pratique l'IM dans le cadre d'UT. Nous connaissons la capacité de notre corps à moduler nos douleurs et il serait intéressant d'étudier l'utilisation de l'IM pour préparer le coureur avant une course.

### **Question de recherche :**

**Quel est l'impact d'un programme d'imagerie mentale sur le ressenti de l'intensité de la douleur durant une course d'ultra trail long en montagne ?**

Nous avons utilisé l'outil PICO(60) afin de définir plus précisément la question de recherche :

Population	Ultra traileurs non débutants (groupe expérimental)
Intervention	Programme d'imagerie mentale avant la course et utilisation pendant la course
Contrôle	Ultra traileurs contrôles (groupe contrôle)
Outcome	EVA sur 100 points de l'intensité de la douleur à des moments précis de la course

## Méthode :

### 1 – Choix de la méthodologie

Afin de répondre à cette question de recherche, la mise en place d'un essai clinique randomisé est la méthode choisie. Nous avons trouvé beaucoup d'information sur le sujet mais peu faisait du lien entre les différents facteurs explicités dans le cadre conceptuel pour effectuer une revue de littérature. Nous choisissons d'aller chercher de nouvelles données.

Pour que la mise en place d'une étude soit scientifiquement correcte, cela requiert de nombreuses ressources temporelles, humaines et matérielles qu'il n'a pas été envisageable de mobiliser. Nous allons détailler le protocole de mise en place et d'analyse hypothétique de l'étude.

Au cours de ce travail, nous avons régulièrement consulté [clinicaltrials.gov](https://clinicaltrials.gov) afin de nous assurer qu'aucun autre protocole ne répondait à notre problématique.

Financement : L'étude n'étant pas mis en place, aucune campagne de financement n'a été effectuée.

## 2 - Objectifs de l'étude :

L'étude a pour but d'évaluer l'efficacité d'un programme d'imagerie mentale sur l'intensité de la douleur ressentie durant un ultra trail long.

Hypothèse : L'IM proposée permettra de diminuer le ressenti de la douleur de 20 points aux kilomètres 40, 80, 120 et à l'arrivée de la course par rapport au groupe contrôle.

Hypothèse secondaire : L'IM permettra de diminuer de 20/100 le pic de douleur ressenti durant la course.

Dans le cadre de cette étude, nous avons donc posé les hypothèses suivantes :

- $H_0$  : Il n'existe pas de différence significative dans le ressenti de l'intensité de la douleur entre les deux groupes.
- $H_1$  : Il existe une différence significative dans le ressenti de l'intensité de la douleur entre les deux groupes.

Une valeur de p-value inférieure à 0.05 sera considérée comme statistiquement significative.

## 3 - Informations administratives

Gestion des données et conformité éthique de l'étude :

Tous les participants à l'étude signeront un formulaire de consentement libre et éclairé après qu'ils aient été informés des objectifs et des modalités de l'étude. (Annexe 2) Les participants devront également signer un contrat de non divulgation des informations qu'ils reçoivent dans l'étude pour qu'il n'y ait pas de transmission des séances d'IM et pas de communication entre participants de groupes différents. Tous les participants à l'étude sont bénévoles.

Selon la loi Jardé de 2017, l'étude étant un essai clinique randomisé impliquant des ressources humaines, une déclaration à la CNIL (Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés) et un d'accord du CPP (Comité de Protection des Personnes) est nécessaire avant

le début de l'étude. Une anticipation de 6 mois avant le lancement de l'étude est nécessaire pour en faire les demandes.

Une assurance doit être également mise en place pour la réalisation de l'étude.

**Gestion des données** : les données recueillies pour l'étude seront numérisées et anonymisées. Leur stockage se fera en conformité avec le règlement général sur la protection des données (RGPD). Sans demande de la part des participants, elles seront détruites au bout de 2 ans comme le stipule la loi.

**Conflit d'intérêt** : Les auteurs devront déclarer tout conflit d'intérêt potentiel en ce qui concerne la recherche et/ou la publication de cet article.

#### **4 - Explication globale de l'étude**

L'étude va se dérouler de la façon suivante :

- Sélection d'une course répondant aux critères (160 à 180 kilomètres, en montagne) et création d'un partenariat avec eux pour faciliter l'organisation. Une anticipation de 1 an à l'avance est nécessaire afin de les coureurs acceptent d'être contacté lors de l'inscription.
- Recrutement des participants et réalisation des tests MIQ3 et chronométrie.
- Randomisation dans les groupes (expérimentale vs contrôle).
- Réalisation des 8 séances d'IM sur 4 semaines avant le début de la course.
- Contrôle régulier de la bonne réalisation des séances.
- Jour de la course : Recueil de l'intensité de douleur grâce à l'EVA à 40, 80, 120 et à l'arrivée.
- Analyse des résultats

## **5 - Population :**

### **5.1 Choix de la population : recrutement**

Un partenariat avec les organisateurs de la course est fait pour que dès l'inscription, les coureurs acceptent avec leurs consentements de partager les données qui permettront d'exclure certains participants et d'avoir les coordonnées de ceux que nous pourrions inclure pour les contacter par mail.

### **5.2 Critères d'inclusion**

Les participants doivent savoir lire et parler couramment français. Ils doivent être majeurs et être inscrits à la course choisie. Ils doivent également avoir un accès à internet ainsi que le matériel nécessaire à de l'écoute audio. Les participants s'engagent également à ne prendre aucun médicaments type AINS ou antidouleur 12 heures avant et durant la course.

### **5.3 Critères d'exclusion :**

Les participants seront exclus de l'étude :

- S'ils sont coureurs professionnels,
- Si c'est la première participation à une distance comme celle-ci afin de limiter les différences entre les participants.
- S'il y a une blessure au moment de l'inclusion ou avant le départ de la course,
- S'il y a déjà un outil de préparation mentale clair autre que l'imagerie mentale.
- S'ils ne réalisent pas complètement les séances du protocole d'IM
- S'il y a abandon pour une cause traumatique ou un problème digestif (entorse, fracture, commotion). Le nombre d'abandon sera notifié pour chaque groupe avec un détail des causes.
- S'il y a une prise d'AINS ou antidouleur pendant la course

Avant le début de l'intervention, nous effectuerons une description moyenne des caractéristiques des participants dans chaque groupe. Cette description concernera des

variables qualitatives comme le sexe et quantitatives comme l'âge, le nombre d'ultra trail long déjà réalisé.

#### 5.4 Taille de l'échantillon :

Nous avons défini plusieurs paramètres. D'abord, le niveau de précision, caractérisé par un risque bilatéral  $\alpha$  de 0,05, ce qui limite à 5 % la probabilité de rejeter à tort l'hypothèse nulle ( $H_0$ ). Ensuite, nous avons opté pour une puissance statistique de 80 %, c'est ce qui est fait classiquement dans la littérature pour les ECR. (61).

Nous avons défini la différence minimum cliniquement intéressante (DMCI) grâce à d'autres études portant sur la douleur utilisant l'EVA comme évaluation. Cet article évaluant l'EVA (42) recommande 20 points comme DMCI. Dans une étude sur des coureurs d'ultramaraathon, l'intensité moyenne de la douleur rapportée était d'environ  $50 \pm 35$  sur l'EVA. Cet écart-type est cohérent avec d'autres études sur la douleur en endurance extrême.(3)

Afin de calculer l'effectif théorique de notre étude, nous avons utilisé le logiciel «G\*Power 3.1». Une fois que nous avons renseigné les paramètres définis précédemment, le nombre de 98 est obtenu. Cela signifie que nous avons besoin d'au moins 49 participants par groupe avec des données analysables afin d'obtenir des résultats statistiquement valables.

Nous devons prendre en compte également le nombre de participants qui sortiront de l'étude pour les raisons définies plus haut. Nous prenons arbitrairement le chiffre de 20% au global cependant il y a plus de risque d'exclusion dans le groupe expérimental dû à la non réalisation adéquate du programme d'IM. Le 2<sup>ème</sup> gros risque est l'exclusion pour cause de blessure avant la course.

La taille totale de l'échantillon (avec 20 % de pertes prévues : 5% du groupe contrôle et 15% du groupe expérimental) : 118 participants. Les groupes seront donc composé de 64 individus pour le groupe expérimental et de 54 pour le groupe contrôle au minimum lors de la randomisation.

### **5.5 Tests préalables :**

Le test MIQ3 (Annexe 1) ainsi qu'un test de chronométrie mentale seront passés par tous les participants avant la répartition dans les groupes soit 5 semaines avant le départ de la course. Les tests seront effectués par les participants en distanciel. Le test de chronométrie mentale est le suivant : Le sujet se chronomètre sur une distance de 200 mètres à courir à allure normal. Il prend 2 minutes de repos, s'assoit et se visualise en train de courir sur ce même parcours de 200 mètres à allure normale. Nous retenons pour chaque participants la différence entre les 2 mesures.

### **5.6 Répartition des participants :**

Les participants seront randomisés en 2 groupes, 1 groupe qui recevra et appliquera le protocole d'imagerie mentale et un groupe contrôle. Cette randomisation par minimisation sera effectuée par un ordinateur en incluant les variables des résultats aux tests, l'âge et le nombre d'ultra trail réalisé afin d'équilibrer les groupes. L'assignation est secrète et l'attribution dans les groupes sera effectuée par mail

## **6 – Intervention**

### **6.1 – Groupe 1 Protocole d'IM :**

Huit séances d'environ 15 minutes seront réalisées par le groupe expérimental sur 4 semaines avant la course à raison de 2 séances par semaine.

Les séances seront proposées sous 2 formats, un format obligatoire sous forme de piste audio pour qu'il n'y ait aucune différence au niveau de la lecture, de l'intonation ou du manque de compréhension. Les séances seront également transmises sous la forme écrite afin de garder une trace par les participants pour les relire si besoin. Pour le suivi, chaque séance devra être validée sur la plateforme par le coureur pour pouvoir accéder à la suivante. Un petit commentaire sur le ressenti sera également demandé. Des vidéos et images seront mises à disposition des coureurs afin d'aider à la visualisation pour ceux qui auront le plus de

difficultés. En fonction des résultats au test MIQ3, une prédominance à l'IM visuelle ou kinesthésique sera déterminée pour chaque participant et permettra aux participants d'avoir accès aux séances adaptées à leur prédominance.

Les séances d'IM (annexe 3) sont un résumé écrit du contenu proposé dans les séances audios. L'avantage de l'audio est que les participants peuvent fermer les yeux et se laisser guider. Le participant peut également faire les choix qui lui correspondent au niveau des métaphore, des points de vue ou autres modalités pour sa propre visualisation tout en étant guidé.

## **6.2 – Groupe contrôle :**

Il y aura une prise de contact avant la course pour expliquer le déroulement, le recueil des données, ainsi que les consignes spécifiques. Une confirmation de non blessure sera demandée aux participants.

## **6.3 Communication avec les participants de l'étude :**

Planification de l'envoi des mails après accords des participants à l'étude et signature du consentement libre et éclairé :

- Prise de contact par mail en remerciant et en prévenant des différentes échéances.
- Demande de réalisation du test MIQ3 et chronométrie (J-60).
- Réalisation de la randomisation et envoi des consignes à réaliser avant la course spécifique pour chaque groupe.
- Relance 5 semaines avant la course pour la première date de séance d'IM.
- Encouragement et suivi régulier grâce à une plateforme avec les audios ou chaque participant coche la séance qu'il a réalisé ce qui permet de passer à la suivante.
- Demande de valider par mail la bonne réalisation de la totalité des séances et la non blessure pour officialiser la participation au groupe expérimental.
- Explication du déroulé de la course, des modalités de recueil de données et des consignes spécifiques.
- Remerciement après la course.

#### **6.4 Stratégies pour améliorer l'observance aux protocoles d'intervention :**

La motivation représente un facteur clé pour garantir le bon déroulement de l'étude. Cependant, au fil de l'avancement du programme d'imagerie mentale, il peut devenir difficile de maintenir un niveau de motivation stable. Pour y remédier, des encouragements réguliers seront diffusés via la plateforme hébergeant les séances, ce qui permettra également aux participants de suivre leur progression.

#### **6.5 Modalité de recueil des données :**

Durant la course :

Les personnes missionnées pour le recueil des données prennent le numéro de dossard et suivent le même protocole pour tous les participants à l'étude(62) :

- L'évaluateur présente l'échelle : « Ceci est une échelle qui nous permet d'évaluer l'intensité de vos douleurs »
- L'évaluateur place le curseur sur l'extrémité de l'échelle : « Cette partie est celle où vous placez le curseur si vous n'avez pas de douleur » puis sur l'autre extrémité : « Cette partie est celle où vous placez le curseur si votre douleur est la pire imaginable »
- « Veuillez renseigner votre niveau de douleur à cet instant sur cette échelle. »
- L'évaluateur note alors ce résultat avec le numéro de dossard.

A la fin de la course :

- Dernière mesure avec l'EVA
- Pic de douleur ressentie pendant la course avec la question suivante « Veuillez renseigner le maximum de douleur que vous ayez ressenti pendant la course sur cette échelle. »
- Questionnement sur la prise AINS et antidouleur.

Outils de mesure : Ordinateur avec tous les numéros de dossards des participants, 3 équipes de 2 personnes de l'étude se chargeront de retranscrire l'EVA sur l'ordinateur aux 4

lieux de la course défini (40km, 80km, 120km et à l'arrivée, pouvant varier en fonction des ravitaillements et de l'organisation de la course).

Pour des raisons pratiques, trois équipes sont nécessaire afin de pouvoir être sur 4 points différents de passage dû aux grandes différences de vitesse qu'il peut y avoir entre les participants. Une couleur de dossard ou un vêtement particulier sera mis en place afin de reconnaître les participants à l'étude pour ne pas rater des données pendant la course.

Les participants ne pourront pas « être en aveugle » car le groupe expérimental aura 8 séances à réaliser. Cependant, les évaluateurs le jour de la course, seront « en aveugle ».

## **7 – Traitement et analyse statistique**

### **7.1 – Gestion des abandons**

Les abandons dont les causes sont notifiées dans les critères d'exclusions seront exclus des analyses. Les autres abandons seront inclus avec les données ayant déjà été recueilli. Le nombre d'abandon inclus sera notifié dans les résultats.

### **7.2 – Analyse statistique**

Nous effectuerons plusieurs comparaisons des moyennes des 2 groupes. Pour comparer les moyennes de deux échantillons indépendants, c'est le test t de Student qui est utilisé. Le test t de Student sera fait une première fois pour répondre à notre objectif principal puis de nouveau pour notre objectif secondaire.

Pour pouvoir appliquer le test t de Student, la variable évaluée doit suivre une distribution normale et nous devons retrouver une homogénéité des variances.

Pour vérifier l'homogénéité des variances, nous utiliserons le test de Levene.

Pour vérifier la condition de normalité, nous effectuerons le test de Shapiro-Wilk. Dans le cas où la loi normale ne serait pas respectée, le test t de Student ne sera donc pas applicable.

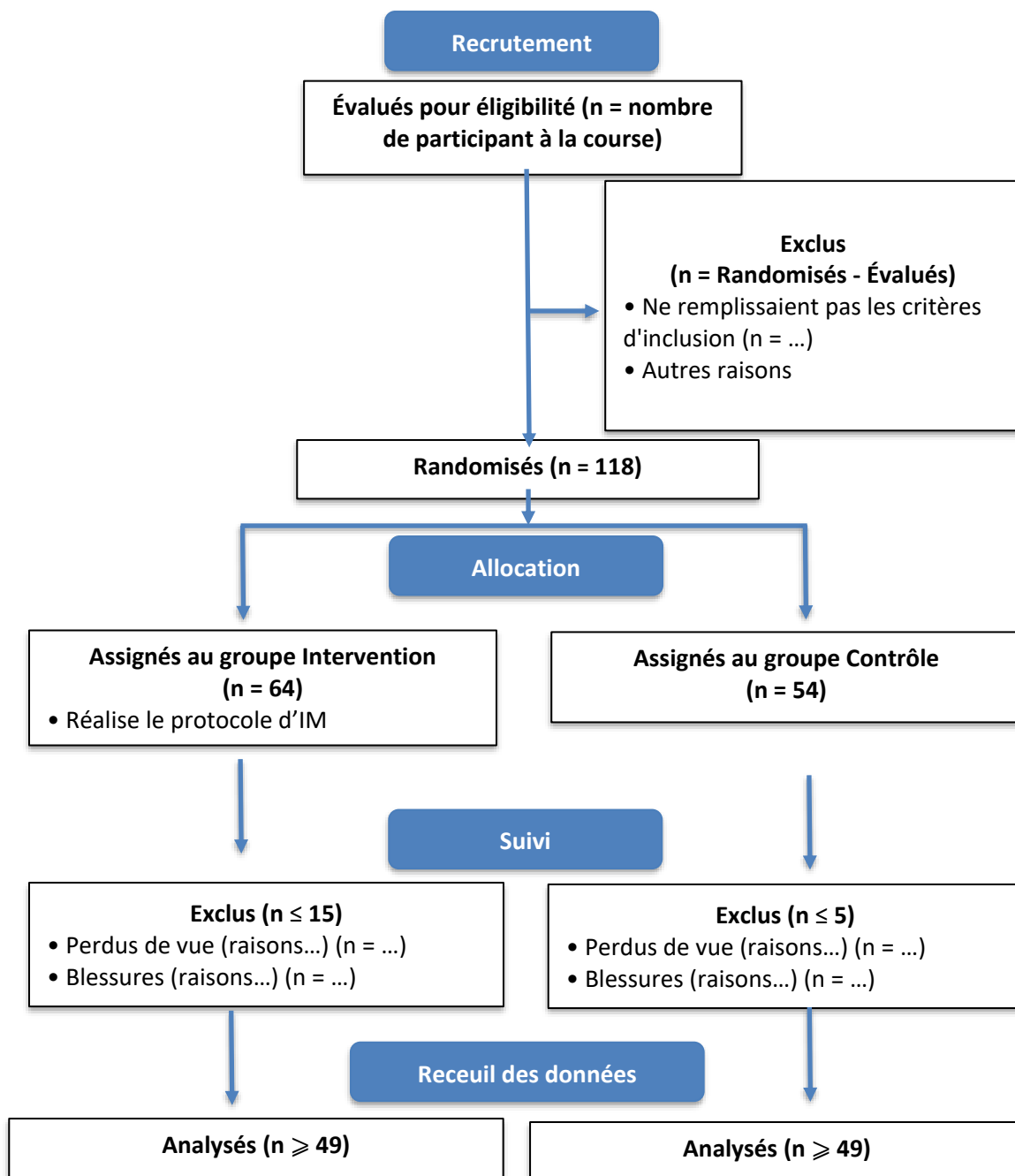
C'est alors le test de Mann and Whitney qui devra être appliqué. Dans notre cas, nous partons du principe que la loi normale sera respectée.

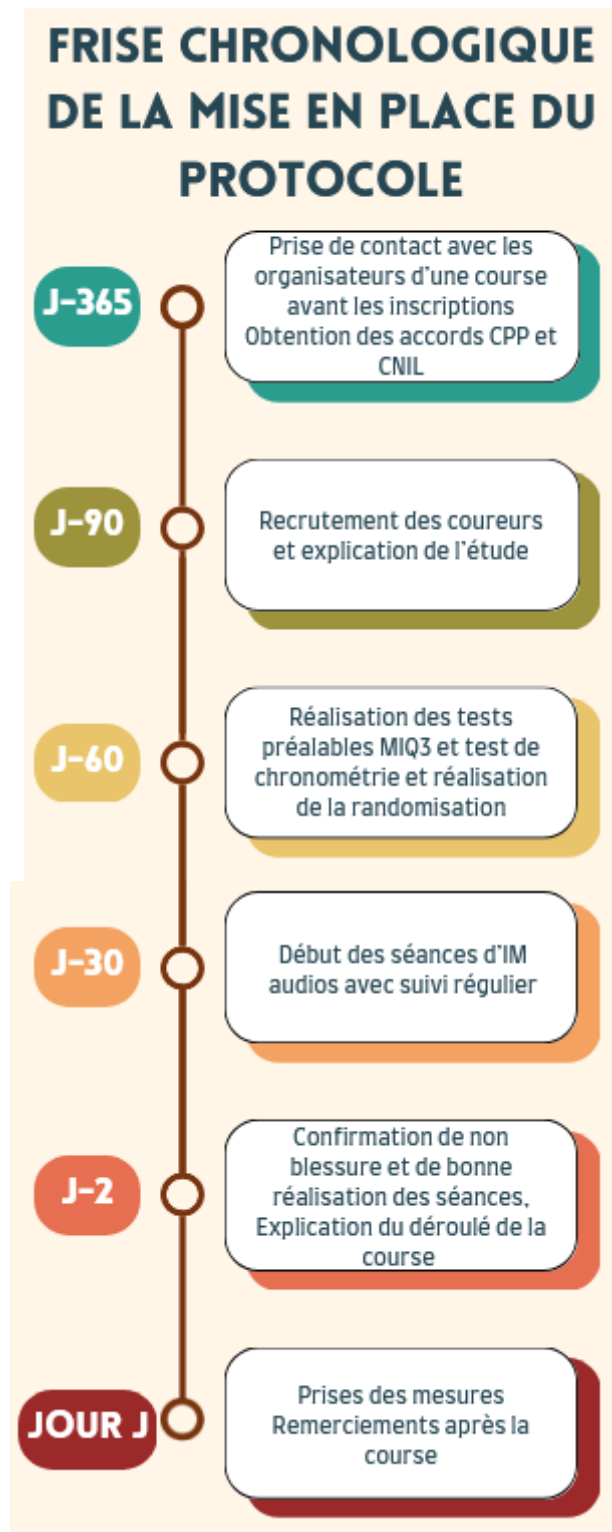
À la suite de différents calculs, nous pourrons savoir en fonction de la valeur de la p-value, en prenant en compte le risque  $\alpha$  défini à 5%, si l'on rejette l'hypothèse nulle  $H_0$  et donc accepter l'hypothèse alternative  $H_1$ .

Si la  $m_A$  (moyenne du groupe Expérimental) =  $m_B$  (moyenne groupe contrôle), alors l'hypothèse  $H_0$  est validée. Dans le cas où,  $m_A > m_B$  avec  $p \leq 0,05$ , alors l'hypothèse alternative  $H_1$  sera validée et cela signifiera qu'on a observé une différence statistique significative entre les moyennes des deux groupes.

Néanmoins, la p value nous donne seulement la significativité ou non des résultats. Pour pouvoir conclure sur une pertinence clinique, la différence entre  $m_A$  et  $m_B$  devra être supérieure ou égale à la DMCI défini, soit 20 points.

## 8 - Flow shart et frise chronologique de la mise en place de l'étude





## Résultats :

### Description de l'échantillon :

Nous renseignerons ici l'ensemble des caractéristiques cliniques des participants que nous aurons réussi à inclure dans l'étude. Nous détaillerons la répartition entre hommes et femmes parmi les participants, l'âge, le nombre de participation à des ultra trails.

	groupe expérimental	groupe contrôle
age moyen		
sexe		
nombre moyen de participation à un ultratrail		
Nombre d'abandon		
temps moyen à la course		
Score MIQ3		
Test de chronométrie mental		

### Résultats principaux :

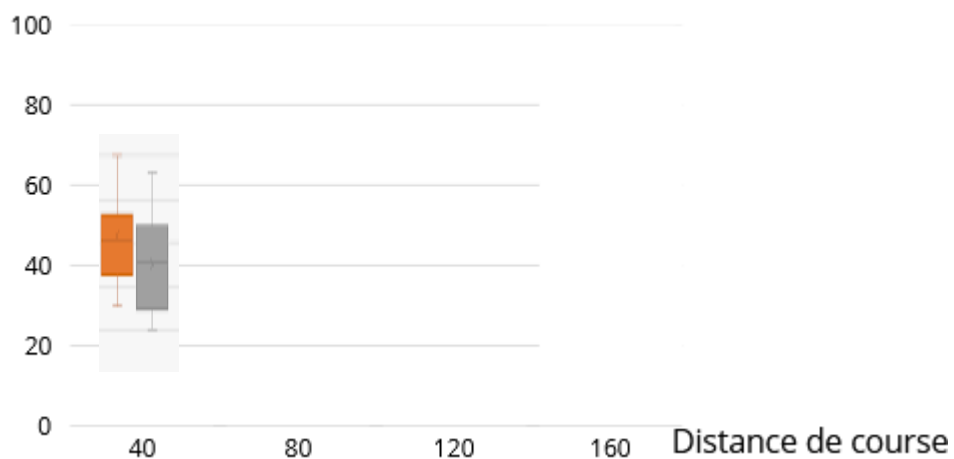
Tableau avec les moyennes pour chaque groupe à chaque distance avec leur intervalle de confiance à 95% et l'écart type. Le nombre de données recueillis ainsi que le nombre d'abandons inclus est notifié dans le tableau.

	Groupe expérimental	Nombre de données Gr expérimental / abandons inclus	Groupe contrôle	Nombre de données Gr contrôle / abandons inclus	P Value
40 km					
80 km					
120 km					
Arrivée					
Moyenne totale					

Diagramme de l'intensité de douleur ressentie en fonction de la distance (distance / intensité) : 2 couleurs correspondant au 2 groupes représentés avec des boîtes à moustache indiquant la plus petite valeur, le premier quartil, la médiane, le troisième quartil et la plus grande valeur.

Le résultat présenté est en exemple. Significatif : \*  $p < 0.05$

### Echelle visuelle analogique



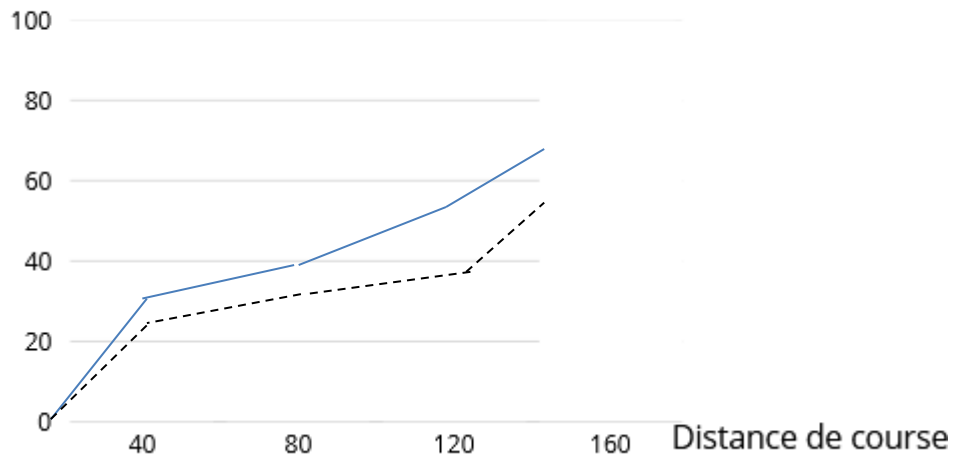
Graphique linéaire de l'intensité de la douleur avec les courbes de chaque participant. L'objectif est de visualiser chaque courbe et d'avoir une vision globale.

Les courbes présentées sont en exemple.

En bleu le groupe : groupe contrôle

En noir pointillé : groupe expérimental

### Echelle visuelle analogique



### Résultat secondaire :

Pic de douleur maximale durant la course

Significatif : \*  $p < 0.05$

	Pic d'intensité de douleur moyen EVA (écart-type)
<b>groupe expérimental</b>	
<b>Groupe contrôle</b>	

Une description des sorties d'étude sera être mis en place en triant les raisons. Nous avons prévu plusieurs raisons :

Tableau des causes de la sortie de l'étude.

Causes de la sortie de l'étude	Groupe expérimental	Groupe contrôle
Blessure avant le début de la course	n =... (...%)	n =... (...%)
Blessure traumatique durant la course	n =... (...%)	n =... (...%)
Problèmes digestifs entraînant l'abandon	n =... (...%)	X
Réalisation incomplète de programme d'imagerie mentale	n =... (...%)	n =... (...%)
Retrait de consentement	n =... (...%)	n =... (...%)
Total	n =... (...%)	n =... (...%)

## Discussion :

### 1 - Points forts et limites de l'étude

Une limite de ce travail réside dans son caractère introductif à la recherche. Il s'agit avant tout d'un exercice d'initiation, qui nous a apporté de nombreuses connaissances en lien avec les pratiques professionnelles. Nous avons fait de notre mieux pour concevoir un protocole que nous estimons le plus pertinent possible. Cependant, nous avons conscience de notre manque d'expérience et de recul pour en évaluer pleinement la qualité. C'est pourquoi nous pensons que notre protocole doit encore évoluer avant d'atteindre une version véritablement applicable en clinique. Une formation plus approfondie que celle dispensée en IFMK, notamment sur les outils statistiques, l'identification des biais et la détection des erreurs, serait, selon nous, un atout précieux.

**Identification des risques :**

Plusieurs risques résident dans la mise en place de ce protocole. Cette étude réside sur le fait qu'une course accepte de coopérer afin de faciliter le recrutement. Il y a le risque que les échantillons recrutés soient trop petits de par la limitation de participants imposée par la course ainsi que les critères d'exclusions ou par le manque de volontariat de la part des participants.

Au niveau des résultats potentiellement obtenus, des variations en fonction de la course choisie sont à prendre en compte notamment avec la localisation, le type de terrain, le temps moyen de la course et le nombre d'abandon variable qui influencerait les résultats.

On peut relever probablement une sous-estimation des résultats à cause non individualisation du protocole d'imagerie. En effet si les conditions le permettaient, chaque participant devrait être suivi et accompagné dans son protocole en fonction de ses besoins spécifiques. Les paramètres et modalités d'imagerie seraient adaptées à chacun et les résultats seraient vraisemblablement meilleurs. De plus, nous avons tenté de contrôler la bonne réalisation des séances d'imageries mais rien ne peut prouver que la personne s'est impliquée dans les séances et réellement appliquer l'IM.

**Identification des biais :**

Dans chaque ECR ou toutes autres méthodologies, des biais sont à anticiper et à prendre en compte afin que l'étude maintienne une bonne qualité. Nous avons fait en sorte de limiter les biais majeurs comme le biais de sélection et d'attrition.

Le choix de traitement des abandons fut difficile. Nous avons donc défini des abandons qui restent inclus dans l'étude et qui seront traités par des statistiques et les abandons que nous choisissons d'exclure. Nous pensons que ce choix est le plus juste pour les résultats mais peut en effet être discutable. Nous avons essayé que cela apparaisse le plus clairement possible dans les résultats. Le taux d'abandon dans les 2 groupes sera par ailleurs à observer et pourra faire l'objet d'une analyse plus poussée si besoin.

Le biais de mesure repose sur l'utilisation d'une échelle EVA, bien que validée, qui reste subjective et sensible au contexte émotionnel ou environnemental. La faisabilité du recueil de données en course constitue une difficulté pratique susceptible d'altérer la précision des mesures.

Le protocole repose aussi sur l'engagement des participants, sans contrôle direct de la réalisation des séances d'imagerie mentale, ce qui expose à un biais d'observance. De plus, des facteurs de confusion tels que le sommeil, la nutrition ou l'état émotionnel n'ont pu être contrôlés, bien qu'ils puissent influencer la perception de la douleur. Le biais de désirabilité sociale est à prendre en compte avec le fait de sous-estimer sa douleur vis-à-vis du regard d'autrui ou de ne pas oser déclarer une blessure.

Nous sommes conscients qu'ayant de l'attrait pour ce sujet, ce travail peut paraître un peu biaisé par notre envie de résultats positifs. Nous pensons avoir été capable de mettre ce biais de côté et d'avoir eu une approche critique et scientifique dans la lecture d'articles ainsi que dans la réalisation du protocole. Cependant la façon de communiquer peut-être influencée par cette volonté de vouloir montrer un résultat positif. Le biais le plus présent dans ce travail est peut-être le biais de confirmation.

#### **Points forts :**

La prise de mesure avec l'EVA est simple et reproductible. De nombreuses études ont évalué sa validité et la DMCI est fiable ce qui permet d'ajouter une valeur scientifique à ce protocole.

Le protocole de l'étude est réaliste. Il a été construit et réfléchi comme si nous pouvions le mettre en place. Si quelqu'un veut reprendre ce protocole, toutes les informations nécessaires sont présentes.

### Evaluation de la qualité méthodologique :

Nous avons pris en compte les recommandations de la grille PEDRO pour faire notre travail. En effet, cette grille permet de limiter les biais et de proposer un ECR complet. Nous avons choisi de ne pas valider le critère "participant aveugle" compte tenu de l'intervention proposée en amont et du dimensionnement de l'étude.

#### Échelle PEDro – Français

1. les critères d'éligibilité ont été précisés	non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>
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"/>
3. la répartition a respecté une assignation secrète	non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>
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"/>
5. tous les sujets étaient "en aveugle"	non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>
6. tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient "en aveugle"	non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>
7. tous les examinateurs étaient "en aveugle" pour au moins un des critères de jugement essentiels	non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>
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"/>
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"/>
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"/>
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"/>

## 2 - Perspective de l'ECR et ouverture

Ce protocole n'attend que d'être mis en place afin d'en apprécier les résultats. Ceux-ci viendraient compléter les études sur l'IM dans le sport et initier l'impact sur les sports d'endurance long. Dans notre travail nous n'avons pas évoqué l'aspect de la performance. Il serait intéressant d'étudier le lien entre la douleur et la performance dans l'UT long et l'impact que pourrait avoir l'IM. Nous pouvons imaginer une étude similaire qui prendrait en compte l'aspect de la performance en lien avec l'IM.

L'imagerie mentale est une discipline plutôt récente qui reste à être découverte et demande à être développée. Nous avons eu du mal notamment à trouver les modalités du nombre de séances, le temps des séances, le contenu des séances.

Il aurait été intéressant d'évaluer le ressenti des participants sur l'apport de l'IM sur leurs courses, de savoir si les participants ont réussi à mettre en place les stratégies d'IM, s'ils ont ressenti son utilité au niveau de la gestion de la douleur et s'ils pensent que cela a joué sur leur performance.

La douleur a été beaucoup étudiée mais beaucoup de phénomènes restent incompris. Le cerveau est complexe et pour revenir à l'ultra trail, il n'y a qu'à regarder la ligne d'arrivée où pratiquement tous les participants courent et se sentent bien alors qu'ils pouvaient être douloureux, fatigués et incapables de courir quelques kilomètres avant. Quels sont nos ressources mentales ? À quel point notre cerveau peut influencer notre douleur ? Plusieurs de ces questions ne sont pas encore répondues et méritent d'y prêter attention.

### **3 - Intérêts trouvés à l'élaboration de ce mémoire d'initiation à la recherche**

La réalisation de ce mémoire a représenté une réelle valeur ajoutée pour ma pratique de kinésithérapeute. Ce travail m'a permis de développer une rigueur dans la recherche et le traitement des informations scientifiques, ainsi que d'affiner mon esprit critique face à la validité des données et des protocoles présentés dans les articles.

Bien que ma question de recherche s'éloigne quelque peu du champ strict de la masso-kinésithérapie, rendant son application directe en pratique clinique moins évidente. J'ai acquis des connaissances précieuses sur la gestion de la douleur, qui me seront utiles dans mon exercice professionnel. L'utilisation de l'imagerie mentale à des fins thérapeutiques me semble désormais plus accessible, et je maîtrise mieux à présent ses modalités ainsi que les recommandations associées.

**Conclusion :**

Ce mémoire s'est intéressé à une problématique encore peu explorée dans la littérature scientifique : l'impact potentiel de l'imagerie mentale sur la gestion de la douleur lors des courses d'ultra trail long. Face à la douleur inévitable que rencontrent les coureurs dans ce type d'épreuve extrême, il apparaît essentiel d'envisager des stratégies complémentaires, non médicamenteuses, qui s'appuient sur les ressources internes de l'athlète.

L'élaboration d'un protocole d'essai clinique randomisé, bien que non mis en application dans ce travail, permet d'envisager concrètement l'application de l'IM dans un contexte de terrain exigeant. Ce travail a mis en lumière les fondements théoriques et scientifiques de l'imagerie mentale, ses modalités d'application, ainsi que ses effets attendus sur la perception douloureuse. Il a également souligné les défis méthodologiques que représente la mise en place d'une telle étude : recrutement des participants, standardisation de l'intervention, contrôle des biais, etc.

Bien que cette étude ne puisse, à ce stade, apporter de preuve d'efficacité, elle pose les bases d'un travail futur nécessaire à la validation de cette méthode. Elle ouvre aussi la voie à des perspectives cliniques prometteuses pour la kinésithérapie, en intégrant des approches cognitives dans la gestion de la douleur aiguë dans le sport d'endurance.

## Bibliographie :

1. Méndez-Alonso D, Prieto-Saborit JA, Bahamonde JR, Jiménez-Arberás E. Influence of Psychological Factors on the Success of the Ultra-Trail Runner. *Int J Environ Res Public Health*. 8 mars 2021;18(5):2704.
2. Fs P, T B, G V, A P, M F, J K, et al. Performance Determinants in Trail-Running Races of Different Distances. *Int J Sports Physiol Perform* [Internet]. 6 janv 2022 [cité 14 oct 2024];17(6).
3. Md H, K F. Factors related to successful completion of a 161-km ultramarathon. *Int J Sports Physiol Perform* [Internet]. mars 2011 [cité 10 oct 2024];6(1).
4. R. A, Rochat N, Vauthier M, Hauw D. The Story of Withdrawals During an Ultra-Trail Running Race: A Qualitative Investigation of Runners' Courses of Experience. *Sport Psychol*. 7 sept 2016;30.
5. Alschuler K, Krabak B, Kratz A, Jensen M, Pomeranz D, Burns P, et al. Pain Is Inevitable But Suffering Is Optional: Relationship of Pain Coping Strategies to Performance in Multistage Ultramarathon Runners. *Wilderness Environ Med*. 1 févr 2020;31.
6. Alschuler KN, Kratz AL, Lipman GS, Krabak BJ, Pomeranz D, Burns P, et al. How variability in pain and pain coping relate to pain interference during multistage ultramarathons. *Pain*. janv 2019;160(1):257-62.
7. Driediger M, Hall C, Callow N. Imagery use by injured athletes: a qualitative analysis. *J Sports Sci*. mars 2006;24(3):261-71.
8. ITRA Découvrir le Trail [Internet]. [cité 22 oct 2024]. Disponible sur: <https://itra.run/About/DiscoverTrailRunning>
9. « Runner's trots ». Gastrointestinal disturbances in runners - PubMed [Internet]. [cité 24 févr 2025].
10. Lecina M, Castellar-Otín C, López-Laval I, Carrasco Páez L, Pradas F. Acute Kidney Injury and Hyponatremia in Ultra-Trail Racing: A Systematic Review. *Med Kaunas Lith*. 21 avr 2022;58(5):569.
11. Giovanelli N, Sulli M, Kram R, Lazzer S. Do poles save energy during steep uphill walking? *Eur J Appl Physiol*. 2019;119:1557-63.
12. Compression garments and recovery from exercise-induced muscle damage: a meta-analysis - Consensus [Internet]. [cité 15 oct 2024].
13. Rüst CA, Knechtle B, Rosemann T, Lepers R. Analysis of performance and age of the fastest 100-mile ultra-marathoners worldwide. *Clin Sao Paulo Braz*. mai 2013;68(5):605-11.
14. Viau R. Vallerand, R. J. et Thill, E. E. (1993). Introduction à la psychologie de la motivation. Laval : Éditions Études Vivantes. In: *Revue des sciences de l'éducation* [Internet]. 1994 [cité 12 févr 2025]. p. 411.

15. Roebuck GS, Urquhart DM, Knox L, Fitzgerald PB, Cicuttini FM, Lee S, et al. Psychological Factors Associated With Ultramarathon Runners' Supranormal Pain Tolerance: A Pilot Study. *J Pain*. déc 2018;19(12):1406-15.
16. Scheer V. Participation Trends of Ultra Endurance Events. *Sports Med Arthrosc Rev*. mars 2019;27(1):3-7.
17. Inoue A, Santos TM, Hettinga F, Alves D, Viana B, Terra B, et al. The Impact of Sex and Performance Level on Pacing Behavior in a 24-h Ultramarathon. *Front Sports Act Living* [Internet]. 2019 [cité 15 oct 2024];1.
18. Foissac MJ, Berthollet R, Seux J, Belli A, Millet GY. Effects of hiking pole inertia on energy and muscular costs during uphill walking. *Med Sci Sports Exerc*. juin 2008;40(6):1117-25.
19. Hoppel F, Calabria E, Pesta D, Kantner-Rumplmair W, Gnaiger E, Burtscher M. Physiological and Pathophysiological Responses to Ultramarathon Running in Non-elite Runners. *Front Physiol* [Internet]. 2019 [cité 15 oct 2024];10.
20. Martin T, Arnal PJ, Hoffman MD, Millet GY. Sleep habits and strategies of ultramarathon runners. *PloS One*. 2018;13(5):e0194705.
21. Lentino CV, Purvis DL, Murphy KJ, Deuster PA. Sleep as a component of the performance triad: the importance of sleep in a military population. *US Army Med Dep J*. 2013;98-108.
22. Temesi J, Arnal PJ, Davranche K, Bonnefoy R, Levy P, Verges S, et al. Does central fatigue explain reduced cycling after complete sleep deprivation? *Med Sci Sports Exerc*. déc 2013;45(12):2243-53.
23. Pradas F, Falcón D, Peñarrubia-Lozano C, Toro-Román V, Carrasco L, Castellar C. Effects of Ultratrail Running on Neuromuscular Function, Muscle Damage and Hydration Status. Differences According to Training Level. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021 [cité 15 oct 2024];18.
24. Millet GY. Can neuromuscular fatigue explain running strategies and performance in ultra-marathons?: the flush model. *Sports Med Auckl NZ*. 1 juin 2011;41(6):489-506.
25. Giandolini M, Gimenez P, Temesi J, Arnal PJ, Martin V, Rupp T, et al. Effect of the Fatigue Induced by a 110-km Ultramarathon on Tibial Impact Acceleration and Lower Leg Kinematics. | EBSCOhost [Internet]. Vol. 11. 2016 [cité 13 oct 2024]. p. e0151687.
26. Zaryski C, Smith DJ. Training principles and issues for ultra-endurance athletes. *Curr Sports Med Rep*. juin 2005;4(3):165-70.
27. Brick N, MacIntyre T, Campbell M. Metacognitive processes in the self-regulation of performance in elite endurance runners. *Psychol Sport Exerc*. 1 juill 2015;19:1-9.
28. Brace AW, George K, Lovell GP. Mental toughness and self-efficacy of elite ultra-marathon runners. *PLoS ONE*. 4 nov 2020;15(11):e0241284.
29. Scheer V, Krabak BJ. Musculoskeletal Injuries in Ultra-Endurance Running: A Scoping Review. *Front Physiol*. 2021;12:664071.

30. 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.* mai 2015;45(5):375-80.
31. Vader K, Bostick GP, Carlesso LC, Hunter J, Mesaroli G, Perreault K, et al. La définition révisée de la douleur de l'IASP et les notes complémentaires : les considérations pour la profession de la physiothérapie. *Physiother Can.* 2021;73(2):106-9.
32. Inserm [Internet]. [cité 20 févr 2025]. Douleur · Inserm, La science pour la santé.
33. Av A, Mc B, Rd T, Jk Z. Human brain mechanisms of pain perception and regulation in health and disease. *Eur J Pain Lond Engl [Internet].* août 2005 [cité 15 oct 2024];9(4).
34. Mertens P, Blond S, David R, Rigoard P. Anatomy, physiology and neurobiology of the nociception: A focus on low back pain (part A). *Neurochirurgie.* 1 mars 2015;61:S22-34.
35. Keefe FJ, Main CJ, George SZ. Advancing Psychologically Informed Practice for Patients With Persistent Musculoskeletal Pain: Promise, Pitfalls, and Solutions. *Phys Ther.* mai 2018;98(5):398-407.
36. Tesarz J, Schuster AK, Hartmann M, Gerhardt A, Eich W. Pain perception in athletes compared to normally active controls: a systematic review with meta-analysis. *Pain.* juin 2012;153(6):1253-62.
37. Freund W, Weber F, Billich C, Birklein F, Breimhorst M, Schuetz UH. Ultra-marathon runners are different: investigations into pain tolerance and personality traits of participants of the TransEurope FootRace 2009. *Pain Pract Off J World Inst Pain.* sept 2013;13(7):524-32.
38. Tejera-Alonso A, Fernández-Palacios FG, Pacho-Hernández JC, Naeimi A, de-la-Llave-Rincón AI, Ambite-Quesada S, et al. Effects of Executive Functions and Cognitive Variables in Experimentally Induced Acute Pain Perception during a Distraction Task: A Study on Asymptomatic Pain-Free Individuals. *Life Basel Switz.* 10 sept 2024;14(9):1141.
39. Ibuprofen use during extreme exercise: effects on oxidative stress and PGE2 - PubMed [Internet]. [cité 1 avr 2025].
40. Boureau F, Luu M, Doubrère JF. Comparative study of the validity of four French McGill Pain Questionnaire (MPQ) versions. *Pain.* juill 1992;50(1):59-65.
41. Studies comparing Numerical Rating Scales, Verbal Rating Scales, and Visual Analogue Scales for assessment of pain intensity in adults: a systematic literature review - PubMed [Internet]. [cité 20 févr 2025].
42. Masson E. EM-Consulte. [cité 20 févr 2025]. Douleur chronique : Recommandations cliniques et méthodes d'évaluation. *Revue.*
43. Martin KA, Moritz SE, Hall CR. Imagery Use in Sport: A Literature Review and Applied Model. *Sport Psychol.* 1 sept 1999;13(3):245-68.
44. Spittle M, Kremer P. Mental practice and the retention of motor learning: a pilot study. *Percept Mot Skills.* juin 2010;110(3 Pt 1):888-96.
45. Guillot A, Nadrowska E, Collet C. Using motor imagery to learn tactical movement in basketball. *J Sport Behav.* 2009;32(2):189-206.

46. Mellalieu SD, Hanton S, Thomas O. The effects of a motivational general-arousal imagery intervention upon preperformance symptoms in male rugby union players. *Psychol Sport Exerc.* 1 janv 2009;10(1):175-85.
47. Callow N, Hardy L, Hall C. The Effects of a Motivational General-Mastery Imagery Intervention on the Sport Confidence of High-Level Badminton Players. *Res Q Exerc Sport.* 1 déc 2001;72(4):389-400.
48. Mattie P, Munroe-Chandler K. Examining the Relationship Between Mental Toughness and Imagery Use. *J Appl Sport Psychol.* 1 avr 2012;24(2):144-56.
49. Filgueiras A, Quintas Conde EF, Hall CR. The neural basis of kinesthetic and visual imagery in sports: an ALE meta - analysis. *Brain Imaging Behav.* oct 2018;12(5):1513-23.
50. Fournier JF, Deremaux S, Bernier M. Content, characteristics and function of mental images. *Psychol Sport Exerc.* 1 nov 2008;9(6):734-48.
51. Feltz DL, Landers DM. The effects of mental practice on motor skill learning and performance: A meta-analysis. *J Sport Psychol.* 1983;5(1):25-57.
52. Driskell JE, Copper C, Moran A. Does mental practice enhance performance? *J Appl Psychol.* 1994;79(4):481-92.
53. Cumming J, Williams SE. The role of imagery in performance. In: *The Oxford handbook of sport and performance psychology.* New York, NY, US: Oxford University Press; 2012. p. 213-32. (Oxford library of psychology).
54. Volz MS, Suarez-Contreras V, Portilla ALS, Fregni F. Mental imagery-induced attention modulates pain perception and cortical excitability. *BMC Neurosci.* 15 mars 2015;16(1):15.
55. Yap BWD, Lim ECW. The Effects of Motor Imagery on Pain and Range of Motion in Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review Using Meta-Analysis. *Clin J Pain.* janv 2019;35(1):87.
56. Williams S, Cumming J. Athlete imagery ability: A predictor of confidence and anxiety intensity and direction. *Int J Sport Exerc Psychol.* 5 mai 2015;14:1-13.
57. Rymal AM, Ste-Marie DM. Does Self-Modeling Affect Imagery Ability or Vividness? *J Imag Res Sport Phys Act* [Internet]. 16 oct 2009 [cité 20 oct 2024];4(1).
58. Williams S, Cumming J. Measuring Athlete Imagery Ability: The Sport Imagery Ability Questionnaire. *J Sport Exerc Psychol.* 1 juin 2011;33:416-40.
59. Collet C, Guillot A, Lebon F, MacIntyre T, Moran A. Measuring Motor Imagery Using Psychometric, Behavioral, and Psychophysiological Tools. *Exerc Sport Sci Rev.* avr 2011;39(2):85.
60. The impact of patient, intervention, comparison, outcome (PICO) as a search strategy tool on literature search quality: a systematic review - PubMed [Internet]. [cité 21 mars 2025].
61. Calcul d'effectif pour un essai clinique / Société Française de Médecine d'Urgence - SFMU [Internet]. [cité 21 mars 2025].

62. Masson E. EM-Consulte. [cité 26 mars 2025]. Mesure de l'intensité de la douleur par l'échelle visuelle analogique.

## Annexes :

### Annexe 1 : Test du MIQ 3

#### Movement Imagery Questionnaire-3

- 1. POSITION DE DÉPART :** Tenez-vous debout, bien droit, pieds joints et bras le long du corps.
- MOUVEMENT :** Levez le genou droit aussi haut que possible de sorte que vous soyez en équilibre sur la jambe gauche, la jambe droite pliée au niveau du genou. Redescendez la jambe droite pour revenir en position initiale, sur les deux pieds. Effectuez ce mouvement **lentement**.
- TÂCHE MENTALE :** Prenez la position de départ. Essayez de **percevoir** mentalement le mouvement que vous venez de faire, sans l'exécuter. Inscrivez le degré de difficulté/facilité que vous a demandé cette activité.
- =====
- 2. POSITION DE DÉPART:** Tenez-vous debout, bien droit, les jambes légèrement écartées, les bras le long du corps.
- MOUVEMENT:** Accroupissez-vous et sautez ensuite aussi haut que possible, les deux bras levés au-dessus de la tête. Retombez sur vos pieds joints, et replacez les bras le long du corps.
- TÂCHE MENTALE:** Prenez la position de départ. Visualisez aussi précisément que possible le mouvement que vous venez de faire à l'aide d'une **modalité visuelle interne**, sans toutefois l'effectuer. Inscrivez le degré de difficulté/facilité que vous a demandé cette activité.
- =====
- 3. POSITION DE DÉPART:** Étendez le bras de votre main non dominante sur le côté, parallèle au sol, paume vers le plancher.
- MOUVEMENT:** Ramenez le bras jusqu'à ce qu'il soit en face de vous, toujours parallèle au sol. Gardez le bras bien tendu durant le mouvement. Effectuez-le **lentement**.
- TÂCHE MENTALE:** Prenez la position de départ. Essayez de **visualiser** le mouvement que vous venez de faire à l'aide de la **modalité visuelle externe**, sans toutefois l'effectuer. Inscrivez le degré de difficulté/facilité que vous a demandé cette activité.
- =====
- 4. POSITION DE DÉPART:** Tenez-vous debout, bien droit, les jambes légèrement écartées, les bras tendus au-dessus de la tête.
- MOUVEMENT:** Penchez légèrement le buste et tentez de toucher les orteils avec le bout des doigts (ou si c'est possible, touchez le plancher avec vos doigts ou avec les paumes de main). Reprenez ensuite la position initiale, les mains étendues au-dessus de la tête. Effectuez le mouvement **lentement**.
- TÂCHE MENTALE:** Prenez la position de départ. Essayez de **percevoir** mentalement le mouvement que vous venez de faire, sans toutefois l'effectuer. Inscrivez le degré de difficulté/facilité que vous a demandé cette

activité.

=====

- 5. POSITION DE DÉPART:** Tenez-vous debout, bien droit, pieds joints et bras le long du corps.
- MOUVEMENT :** Levez le genou droit aussi haut que possible de sorte que vous soyez en équilibre sur la jambe gauche, la jambe droite pliée au niveau du genou. Redescendez la jambe droite pour revenir en position initiale, sur les deux pieds. Effectuez ce mouvement **lentement**.
- TÂCHE MENTALE :** Prenez la position de départ. Essayez de **visualiser** le mouvement que vous venez de faire à l'aide de la **modalité visuelle interne**, sans toutefois l'effectuer. Inscrivez le degré de difficulté/facilité que vous a demandé cette activité.

=====

- 6. POSITION DE DÉPART:** Tenez-vous debout, bien droit, les jambes légèrement écartées, les bras le long du corps.
- MOUVEMENT:** Accroupissez-vous et sautez ensuite aussi haut que possible, les deux bras levés au-dessus de la tête. Retombez sur vos pieds joints, et replacez les bras le long du corps.
- TÂCHE MENTALE:** Prenez la position de départ. Visualisez aussi précisément que possible le mouvement que vous venez de faire à l'aide d'une **modalité visuelle externe, toutefois** sans l'effectuer. Inscrivez le degré de difficulté/facilité que vous a demandé cette activité.

=====

- 7. POSITION DE DÉPART:** Étendez le bras de votre main non dominante sur le côté, parallèle au sol, paume vers le plancher.
- MOUVEMENT:** Ramenez le bras jusqu'à ce qu'il soit en face de vous, toujours parallèle au sol. Gardez le bras bien tendu durant le mouvement. Effectuez-le **lentement**.
- TÂCHE MENTALE:** Prenez la position de départ. Essayez de **percevoir** mentalement le mouvement que vous venez de faire, sans toutefois l'effectuer. Inscrivez le degré de difficulté/facilité que vous a demandé cette activité.

=====

- 8. POSITION DE DÉPART:** Tenez-vous debout, bien droit, les jambes légèrement écartées, les bras tendus au-dessus de la tête.
- MOUVEMENT:** Penchez légèrement le buste et tentez de toucher les orteils avec le bout des doigts (ou si c'est possible, touchez le plancher avec vos doigts ou avec les paumes de main). Reprenez ensuite la position initiale, les mains étendues au-dessus de la tête. Effectuez le mouvement **lentement**.
- TÂCHE MENTALE:** Prenez la position de départ. Essayez de **visualiser** aussi précisément

que possible le mouvement que vous venez de faire à l'aide de la **modalité visuelle interne**, sans toutefois l'effectuer. Inscrivez le degré de difficulté/facilité que vous a demandé cette activité.

=====

- 9. POSITION DE DÉPART:** Tenez-vous debout, bien droit, pieds joints et bras le long du corps.
- MOUVEMENT :** Levez le genou droit aussi haut que possible de sorte que vous soyez en équilibre sur la jambe gauche, la jambe droite pliée au niveau du genou. Redescendez la jambe droite pour revenir en position initiale, sur les deux pieds. Effectuez ce mouvement **lentement**.
- TÂCHE MENTALE :** Prenez la position de départ. Essayez de **visualiser** le mouvement que vous venez de faire à l'aide de la **modalité visuelle externe**, sans toutefois l'effectuer. Inscrivez le degré de difficulté/facilité que vous a demandé cette activité.

=====

- 10. POSITION DE DÉPART:** Tenez-vous debout, bien droit, les jambes légèrement écartées, les bras le long du corps.
- MOUVEMENT:** Accroupissez-vous et sautez ensuite aussi haut que possible, les deux bras levés au-dessus de la tête. Retombes sur vos pieds joints, et replacez les bras le long du corps.
- TÂCHE MENTALE:** Prenez la position de départ. Essayez de **percevoir** aussi précisément que possible le mouvement que vous venez de faire, sans toutefois l'effectuer. Inscrivez le degré de difficulté/facilité que vous a demandé cette activité.

=====

- 11. POSITION DE DÉPART:** Étendez le bras de votre main non dominante sur le côté, parallèle au sol, paume vers le plancher.
- MOUVEMENT:** Ramenez le bras jusqu'à ce qu'il soit en face de vous, toujours parallèle au sol. Gardez le bras bien tendu durant le mouvement. Effectuez-le **lentement**.
- TÂCHE MENTALE:** Prenez la position de départ. Essayez de **visualiser** le mouvement que vous venez de faire à l'aide de la **modalité visuelle interne**, sans toutefois l'effectuer. Inscrivez le degré de difficulté/facilité que vous a demandé cette activité.

=====

- 12. POSITION DE DÉPART:** Tenez-vous debout, bien droit, les jambes légèrement écartées, les bras tendus au-dessus de la tête.
- MOUVEMENT:** Penchez légèrement le buste et tentez de toucher les orteils avec le bout des doigts (ou si c'est possible, touchez le plancher avec vos doigts ou avec les paumes de main). Reprenez ensuite la position initiale, les mains étendues au-dessus de la tête. Effectuez le mouvement **lentement**.

### Movement Imagery Questionnaire-3

Après avoir effectué la tâche mentale, notez le score reflétant la facilité/difficulté rencontrée. Pour cela, utilisez l'une des échelles appropriées figurant ci-dessous. Soyez aussi précis(e) que possible et prenez tout le temps nécessaire pour compléter chaque item.

#### ÉCHELLES DE SCORES

*Échelle visuelle (modalité interne ou externe)*

1	2	3	4	5	6	7
Très difficile à visualiser	Difficile à visualiser	Assez difficile à visualiser	Neutre	Assez facile à visualiser	Facile à visualiser	Très facile à visualiser

*Échelle kinesthésique*

1	2	3	4	5	6	7
Très difficile à percevoir	Difficile à percevoir	Assez difficile à percevoir	Neutre	Assez facile à percevoir	Facile à percevoir	Très facile à percevoir

1) Lever de genou      Score : _____	7) Mouvement bras      Score : _____
2) Saut      Score : _____	8) Flexion buste      Score : _____
3) Mouvement bras      Score : _____	9) Lever de genou      Score : _____
4) Flexion buste      Score : _____	10) Saut      Score : _____
5) Lever de genou      Score : _____	11) Mouvement bras      Score : _____
6) Saut      Score : _____	12) Flexion buste      Score : _____

TOTAL modalité visuelle interne : \_\_\_\_\_

TOTAL modalité visuelle externe : \_\_\_\_\_

TOTAL modalité kinesthésique : \_\_\_\_\_

**TOTAL : \_\_\_\_\_**



### **Annexe 3 : Séances d'IM résumé à l'écrit avec les grands thèmes, les objectifs et les principales consignes.**

#### **Introduction :**

L'imagerie mentale consiste à utiliser vos sens pour créer ou recréer des expériences dans votre esprit. Cela peut inclure des images visuelles, des sons, des sensations corporelles, des odeurs ou même des émotions.

Cet exercice vise à réduire la perception de la douleur en détournant l'attention et en augmentant votre contrôle mental. Il est important d'être dans un environnement calme et propice pour cette exercice.

**Consignes :** 2 séances sont à réaliser par semaine sur 4 semaines ce qui fait 8 séances en tout, elles durent un peu plus de 15 min chacune. Après chaque séance, il faut valider la réalisation en décrivant votre ressenti. Un rappel de la séance précédente sera effectué au début de chaque séance.

Les séances sont sous formes de pistes audio et un résumé est fait à l'écrit

#### **Séance 1 : Introduction à l'imagerie mentale**

**Objectif :** Comprendre les principes de l'imagerie mentale et se familiariser avec la visualisation

#### **Exercice pratique :**

Installez-vous dans une position confortable.

Fermez les yeux et prenez 5 respirations profondes, en inspirant par le nez et en expirant par la bouche.

Imaginez-vous en train de courir dans un paysage agréable, par exemple une forêt ou un sentier en montagne.

**Détails à visualiser :** la texture du sol sous vos pieds, le bruit de vos pas, la fraîcheur de l'air, le soleil sur votre peau, les odeurs de la nature.

Ressentez votre corps en harmonie, léger et énergique, sans aucune douleur.

#### **Séance 2 : Apprentissage des différents points de vue**

#### **Préparation :**

Respiration et centrage sur le moment présent.

#### **Visualisation :**

Travail de visualisation à la première personne, puis à la 3ème personne, se voir de l'extérieur comme si un drone nous filmait lors de la course

#### **Retour au calme :**

Se recentrer sur sa capacité d'adaptation avec une affirmation positive.

### Séance 3 : Confiance et énergie positive

Objectif : Instaurer un état mental positif et renforcer votre confiance.

Préparation :

Installez-vous dans un endroit calme. Prenez 5 respirations lentes et profondes.

Fermez les yeux et relâchez vos épaules, votre visage et tout votre corps.

Exercice pratique :

Visualisez un moment où vous avez réussi un défi (sportif ou personnel). Rappelez-vous les sensations de fierté, d'accomplissement et de force.

Transportez ces émotions à la course : voyez-vous en train de courir avec aisance et détermination.

Détails à intégrer : votre respiration régulière, vos muscles qui travaillent efficacement, votre cœur battant calmement.

Répétez plusieurs fois une phrase mentale : "Je suis fort(e), chaque pas me rend plus confiant(e)."

### Séance 4 : Gestion de la douleur

Objectif : Visualiser la douleur pour mieux la contrôler et la transformer.

Préparation :

Respirez profondément, relâchez votre corps. Concentrez-vous sur votre calme intérieur.

Exercice pratique :

Imaginez une zone du corps où vous pourriez ressentir une douleur (genoux, pieds, cuisses).

Visualisez cette douleur comme une lumière rouge ou une zone de chaleur.

Avec chaque expiration, imaginez cette lumière devenir plus douce, plus petite, ou changer de couleur (par exemple, vers un bleu apaisant ou une lumière blanche).

Ressentez la douleur diminuer, comme si elle s'évaporait. Remarquez la légèreté et le confort qui remplacent la douleur.

### Séance 5 : Focus sur les sensations positives

Objectif : Remplir votre esprit avec des sensations agréables pour détourner l'attention de la douleur.

Préparation :

Installez-vous confortablement et détendez-vous avec une respiration lente et profonde.

Exercice pratique :

Imaginez-vous en train de courir. Concentrez-vous uniquement sur une sensation agréable

:

La fraîcheur de l'air sur votre visage.

La beauté du paysage autour de vous.

Le rythme agréable de vos pas ou de votre respiration.

Si une pensée négative (douleur, fatigue) apparaît, laissez-la passer comme un nuage, et ramenez votre attention sur cette sensation positive.

### Séance 6 : Préparation aux moments difficiles

Objectif : Anticiper les défis de la course et renforcer votre résilience.

Préparation :

Prenez 5 respirations profondes, en vous concentrant sur la détente de votre corps.

Exercice pratique :

Imaginez un moment difficile pendant la course (une montée raide, une fatigue intense, une douleur).

Visualisez-vous réagissant avec calme et détermination : vous ralentissez, respirez profondément, maintenez un rythme constant.

Voyez-vous surmonter cette difficulté, en vous sentant fier(e) et renforcé(e).

Répétez une phrase mentale : "Je contrôle ma course, je vais au bout."

### Séance 7 : Visualisation d'une Course Complète

Préparation :

Relaxation complète.

Exercice :

Visualisation détaillée du départ à l'arrivée en intégrant montées, descentes, fatigue et regain d'énergie.

Kinesthésique : Ressentir les variations d'intensité, l'impact du sol sous les pieds.

Visuel : Observer le décor, les balises, la progression fluide.

### Séance 8 : Utiliser l'imagerie mentale pendant la course

Objectif : Synthétiser les techniques et apprendre à les appliquer pendant l'Ultra Trail.

Introduction :

Rappelez-vous que ces techniques sont à utiliser dès que vous en ressentez le besoin :

Concentrez-vous sur une sensation positive.

Utilisez la visualisation pour réduire une douleur.

Restez calme et répétez vos affirmations mentales.

Exercice pratique:

Imaginez-vous pendant la course : voyez-vous appliquer les techniques apprises.

Par exemple, ralentir pour reprendre votre souffle, vous concentrer sur le paysage, ou visualiser la douleur diminuer.

Visualisez-vous franchissant la ligne d'arrivée, ressentez la joie, la fierté et l'accomplissement.