

Institut des Sciences et Techniques de Réadaptation
Département Masso-Kinésithérapie

Mémoire N°1808

Mémoire d'initiation à la recherche en Masso-Kinésithérapie

Présenté pour l'obtention du

Diplôme d'Etat en Masso-Kinésithérapie

Par

LEFEBVRE Loris

**Effets de l'activité physique sur le phénomène de sensibilisation à la douleur :
une revue systématique de la littérature**

**Effects of physical activity on pain sensitization:
a systematic review of the literature**

Directeur de mémoire

QUESADA Charles

Année 2021-2022

Session 1

Membres du jury

BROSSIER Clémence

QUESADA Charles

MATEO Sébastien



PRÉFET DE LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

CHARTRE ANTI-PLAGIAT DE LA DRDJSCS AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

La Direction Régionale et Départementale de la Jeunesse, des Sports et de la Cohésion Sociale délivre sous l'autorité du préfet de région les diplômes paramédicaux et du travail social.

C'est dans le but de garantir la valeur des diplômes qu'elle délivre et la qualité des dispositifs de formation qu'elle évalue, que les directives suivantes sont formulées.

Elles concernent l'ensemble des candidats devant fournir un travail écrit dans le cadre de l'obtention d'un diplôme d'Etat, qu'il s'agisse de formation initiale ou de parcours VAE.

La présente charte définit les règles à respecter par tout candidat, dans l'ensemble des écrits servant de support aux épreuves de certification du diplôme préparé (mémoire, travail de fin d'études, livret2).

Il est rappelé que « le plagiat consiste à reproduire un texte, une partie d'un texte, toute production littéraire ou graphique, ou des idées originales d'un auteur, sans lui en reconnaître la paternité, par des guillemets appropriés et par une indication bibliographique convenable »¹.

La contrefaçon (le plagiat est, en droit, une contrefaçon) est un délit au sens des articles L. 335-2 et L. 335-3 du code de la propriété intellectuelle.

Article 1 :

Le candidat au diplôme s'engage à encadrer par des guillemets tout texte ou partie de texte emprunté ; et à faire figurer explicitement dans l'ensemble de ses travaux les références des sources de cet emprunt. Ce référencement doit permettre au lecteur et correcteur de vérifier l'exactitude des informations rapportées par consultation des sources utilisées.

Article 2 :

Le plagiaire s'expose à des procédures disciplinaires. De plus, en application du Code de l'éducation² et du Code de la propriété intellectuelle³, il s'expose également à des poursuites et peines pénales.

Article 3 :

Tout candidat s'engage à faire figurer et à signer sur chacun de ses travaux, deuxième de couverture, cette charte dûment signée qui vaut engagement :

Je soussigné(e) LEFEBVRE Loris

Atteste avoir pris connaissance de la charte anti-plagiat élaborée par la DRDJSCS Auvergne-Rhône-Alpes et de m'y être conformé(e)

Je certifie avoir rédigé personnellement le contenu du livret/mémoire fourni en vue de l'obtention du diplôme suivant : Masseur-kinésithérapeute

Fait à Lyon Le 07/01/22

LEFEBVRE Loris

Zér 

¹ Site Université de Nantes : <http://www.univ-nantes.fr/statuts-et-chartes-usagers/dossier-plagiat-784821.kjsp>

² Article L331-3 : « les fraudes commises dans les examens et les concours publics qui ont pour objet l'acquisition d'un diplôme délivré par l'Etat sont réprimées dans les conditions fixées par la loi du 23 décembre 1901 réprimant les fraudes dans les examens et concours publics »

³ Article L122-4 du Code de la propriété intellectuelle



Institut des Sciences et Techniques de Réadaptation
Département Masso-Kinésithérapie

Mémoire N°1808

Mémoire d'initiation à la recherche en Masso-Kinésithérapie
Présenté pour l'obtention du
Diplôme d'Etat en Masso-Kinésithérapie
Par
LEFEBVRE Loris

**Effets de l'activité physique sur le phénomène de sensibilisation à la douleur :
une revue systématique de la littérature**

**Effects of physical activity on pain sensitization:
a systematic review of the literature**

Directeur de mémoire
QUESADA Charles

Année 2021-2022
Session 1

Membres du jury
QUESADA Charles
BROSSIER Clémence
MATEO Sébastien



Université Claude Bernard  Lyon 1

Président
Frédéric FLEURY

Vice-président CA
REVEL Didier

Secteur Santé

U.F.R. de Médecine Lyon Est
Directeur
RODE Gilles

U.F.R. de Médecine Lyon-Sud Charles
Mérieux
Directrice
BURILLON Carole

U.F.R d'Odontologie
Directeur
BOURGEOIS Denis

Département de Formation et Centre de
Recherche en Biologie Humaine
Directeur
SCHOTT Anne-Marie

Institut des Sciences Pharma-
ceutiques et Biologiques
Directrice
VINCIGUERRA Christine

Comité de Coordination des
Etudes Médicales (CEM)
COCHAT Pierre

Institut des Sciences et
Techniques de Réadaptation
Directeur
Pr Jacques LUAUTE



Institut Sciences et Techniques de Réadaptation

Département MASSO-KINESITHERAPIE

Directeur ISTR

Pr Jacques LUAUTE

Equipe de directeur du département de masso-kinésithérapie :

Directeur de la formation

Charles QUESADA

Responsable des travaux de recherche

Samir BOUDRAHEM

Référents d'années

Ulises TOCINO-RUIZ

Ilona BESANCON

Dominique DALLEVET

Samir BOUDRAHEM

Référent stages cycle 1

Denis JAUDOIN

Référent stages cycle 2

Agnès TRONCY

Secrétariat de direction et de scolarité

Audrey MOIRON

Remerciements

En premier lieu, je tiens à remercier Mr Charles Quesada pour le soutien apporté tout au long de l'élaboration de ce travail d'initiation à la recherche. Merci pour le travail que vous avez fourni, à la fois pour la relecture de mes travaux et ainsi que vos conseils fructueux. Vos connaissances en neurophysiologie et plus spécifiquement dans le domaine de la douleur m'ont permis d'avancer dans mon travail de réflexion.

Dans un second temps, je remercie l'ensemble des référents de la BU pour leur disponibilité et aide précieuse concernant la mise en application des bases de données et les conseils d'un point de vue méthodologique.

Je remercie les deux membres du jury, Mme Brossier et Mr Mateo pour leur lecture du manuscrit ainsi que pour leur écoute et attention durant ma soutenance.

Je remercie l'ensemble des référents pédagogiques qui contribuent à maintenir une formation en masso-kinésithérapie de qualité et qui m'ont permis de confirmer mon envie formelle d'exercer ce métier.

Je remercie l'ensemble des tuteurs de stage que j'ai pu rencontrer durant mon parcours. Leurs compétences pratiques couplées au relationnel m'ont permis d'apprendre davantage et ainsi m'améliorer.

De plus, je tiens à remercier tous les membres de ma famille (parents, frère, grands-parents...) et cercle d'amis proches qui ont su m'épauler durant ces 5 années d'études qui n'ont pas toujours été les plus simples.

Je remercie également l'ensemble de mes collègues et amis pour certains, de promotion, avec qui j'ai partagé de très bons moments de rigolade et de plaisir. Plus particulièrement, je tiens à remercier Nicolas, Arthur, Flavien Paul, Alexandre, Lucas et Clément avec qui nous avons construit des liens forts durant notre vie étudiante.

Liste des acronymes

- ❖ ATCD : Antécédents
- ❖ D+ : Douleurs
- ❖ Ex : Exercice
- ❖ HII : hypoalgésie secondaire
- ❖ HIE : hypoalgésie induite par l'exercice
- ❖ Im : immersion
- ❖ NC+ : Nocicepteurs
- ❖ PA : Personnes âgées
- ❖ PEC : Prise en compte/Prise en charge
- ❖ PDV : perdus de vues

Tables des matières (texte)

1	Introduction	1
1.1	Sujet	1
1.2	Situation d'appel	1
1.3	Evolution du questionnement	2
1.3.1	La notion de douleur.....	2
1.3.2	Le phénomène de sensibilisation centrale et périphérique :.....	8
1.3.3	Activité physique : aérobie et anaérobie, mécanismes et effets.....	10
	Matériel et méthodes	13
2	Design de l'étude et principes	13
2.1	Pertinence de la réalisation d'une revue systématique de la littérature	13
2.2	Stratégies de recherches.....	14
2.2.1	Le type d'étude.....	14
2.2.2	Le type de population	14
2.2.3	Le type d'intervention	15
2.2.4	Critères de jugement	15
2.2.5	Critères d'inclusion et d'exclusion des articles	16
2.2.6	Mots clés	18
2.2.7	Bases de données.....	18
2.2.8	Equations de recherche.....	18
2.3	Déroulé du travail.....	19
2.3.1	Sélection des études	19

2.3.2	Extraction et gestion des données.....	19
2.3.3	Evaluation des biais.....	20
2.3.4	Evaluation de la qualité méthodologique des articles.....	21
2.4	Plan d'analyse statistique.....	22
2.4.1	Variables utilisées.....	22
2.4.2	Tests utilisés.....	23
3	Résultats.....	24
3.1	Diagramme de flux.....	24
3.2	Description des études.....	25
3.2.1	Caractéristiques globales (design, objectifs, populations et critères, outils de mesures, critères de jugements).....	25
3.2.2	Description des interventions (durée, type activité et efforts.....)	27
3.3	Résultats des études.....	29
3.4	Résultats de l'évaluation méthodologique des études.....	33
4	Discussion.....	36
4.1	Analyse et discussion des résultats par confrontation des études entre elles.....	36
4.1.1	Résultats au sujet du critère principal.....	36
4.1.2	Discussion concernant les résultats sur les critères de jugement de secondaires.....	37
4.1.3	Mise en regard avec le cadre théorique et la littérature.....	39
4.2	Limites rencontrées.....	42
4.2.1	Limites méthodologiques.....	43
4.3	Perspectives.....	46
4.3.1	Pistes de recherches futures.....	46

4.3.2	Notion de qualité de vie	49
4.3.3	Lien d'un point de vue pratique	50
5	Conclusion	52
6	Références bibliographiques	
7	Les Annexes et son sommaire	

Liste des tableaux

- Tableau 1 : Comparaison douleur aigue et chronique
- Tableau 2 : Critères d'inclusion et d'exclusion
- Tableau 3 : Les différents biais
- Tableau 4 : Présentation des populations
- Tableau 5 : Description des interventions des études
- Tableau 6 : Synthèse des résultats des études
- Tableau 7 : résultats pour outcomes secondaires
- Tableau 8 : Analyse des biais des études et score PEDRO

Liste des figures

- ❖ Figure 1 : Types de douleur
- ❖ Figure 2 : Composantes de la douleur
- ❖ Figure 3 : Echelle Visuelle Analogique
- ❖ Figure 4 : NPSI
- ❖ Figure 5 : principe physiologique du phénomène de sensibilisation
- ❖ Figure 6 : mécanismes énergétiques en fonction du type d'activité physique
- ❖ Figure 7 : Grille méthodologique de McMaster
- ❖ Figure 8 : Echelle méthodologique de Pedro
- ❖ Figure 9 : Chart-flow de la sélection d'articles

Résumé

Introduction

La sensation douloureuse est un phénomène multiple et complexe dans la forme : nociceptive, neuropathique ou nociplastique ou dans le temps : aiguë ou chronique. Pour ce qui est de la douleur nociceptive aiguë, il a été mis en évidence qu'elle pouvait être modifiée par l'activité physique. En revanche, il n'existe pas de consensus concernant les douleurs chroniques présentant une sensibilisation centrale.

Objectif : L'objectif principal de cette revue est donc d'évaluer si les programmes d'activité physique ont des effets antalgiques sur les phénomènes de sensibilisation douloureuse centrale ?

Matériel et méthodes : Cette revue systématique a consulté entre décembre 2020 et mai 2021, les bases de données : Cochrane, PEDRO et PubMed.

Résultats : Au final 8 articles ont été retenus, 3 ont démontré une diminution statistiquement significative de la surface d'hyperalgésie en post-exercices de type aérobique. L'ensemble des articles montrent une diminution des scores de douleur, une augmentation du seuil de pression à la douleur responsables d'une amélioration de la qualité de vie des patients (dépression, AVQ, fatigue...) avec un exercice de type aérobique (endurance) ou de type anaérobique (intensif, renforcement musculaire).

Conclusion : Malgré le faible nombre d'articles les résultats convergent tous vers un effet antalgique et anti-hyperalgésique de l'exercice physique. Il sera nécessaire dans le futur que des études prospectives testent spécifiquement l'effet anti-hyperalgésique de l'activité physique sur la sensibilisation centrale.

Mots-clés : Activité physique, Allodynie, Douleur, Exercices aérobiques, Exercices anaérobiques, Hyperalgésie, Seuil de pression douloureux, Kinésithérapie, Sensibilisation central

Abstract

Introduction

Pain sensation is a multiple and complex phenomenon in its form: nociceptive, neuropathic or nociplastic or in its time: acute or chronic. About acute nociceptive pain, it has been shown that it can be modified by physical activity. On the other hand, there is no consensus regarding chronic pain with central sensitization.

Objective: The main objective of this review is to evaluate whether physical activity programs have analgesic effects on central pain sensitization phenomena?

Material and methods:

This systematic review consulted the following databases between December 2020 and May 2021: Cochrane, PEDRO and PubMed.

Results:

In the end, 8 articles were selected, 3 of which demonstrated a statistically significant decrease in the area of hyperalgesia in post-exercise aerobic type. All the articles showed a decrease in pain scores, an increase in the pain pressure threshold responsible for an improvement in the patients' quality of life (depression, ADL, fatigue, etc.) with aerobic (endurance) or anaerobic (intensive, muscle strengthening) exercise.

Conclusion:

Despite the small number of articles, all results converge towards an analgesic and anti-hyperalgesic effect of physical exercise. It will be necessary in the future that prospective studies specifically test the anti-hyperalgesic effect of physical activity on central sensitization.

Keywords: Physical activity, Allodynia, Pain, Aerobic exercise, Anaerobic exercise, Hyperalgesia, Pain pressure threshold, Physiotherapy, Central sensitization

1 Introduction

1.1 Sujet

Ce travail de recherche s'inscrit dans le domaine des neurosciences de la douleur. Le but étant de déterminer au travers d'une revue de la littérature, la manière dont l'activité physique (aérobie et non aérobie) peut influencer sur le phénomène de sensibilisation centrale et périphérique. Il intéresse le champ de la kinésithérapie par le fait que les kinésithérapeutes sont très régulièrement confrontés à la présence de ces douleurs pathologiques chez des patients pour qui la stratégie de rééducation ou les objectifs thérapeutiques comprennent un réentraînement ou une reprise de l'activité physique.

1.2 Situation d'appel

Tout d'abord, il faut savoir que c'est durant mon parcours de stage qu'est venue ma réflexion consacrée à mon sujet de mémoire. En effet, lors de mon premier stage de K3 au sein d'un centre hospitalier spécialisé en neurologie, j'ai pu suivre et traiter continuellement des patients atteints de pathologies neurologiques complexes. J'ai pu faire émerger la notion de douleur par le biais de mes analyses de situations cliniques. Initialement, je fus questionné par l'application d'une thérapie complémentaire qu'est la fasciathérapie. En effet, les résultats sur ces patients étaient satisfaisants et donc expliquaient mon début de réflexion. Cependant, c'est après mes premières recherches que j'ai remarqué que cette thérapie manquait de preuves scientifiques. Secondairement, les aspects neurophysiologiques couplés au domaine sportif ont suscité mon intérêt.

En effet, l'intérêt de ce sujet d'étude peut être expliqué par 2 causes. L'une, personnelle où l'activité physique et sportive prend une majeure partie de mon temps en dehors des études. L'autre, par la discussion avec mon directeur de mémoire dont on a convenu que mon travail de recherche (RSL) pourrait justifier, compléter un protocole mis en place avec un sujet similaire.

1.3 Evolution du questionnement

1.3.1 La notion de douleur

La douleur est définie selon l'International Association for the Study of Pain (IASP) comme étant « une *expérience sensorielle et émotionnelle désagréable, associée à une lésion tissulaire réelle ou potentielle ou décrite dans ces termes.* ». Elle se trouve être à l'origine de 66% (2/3) des consultations médicales (Inserm *Douleur*, s. d.) et présente dans plus de 40% des consultations/patients en kinésithérapie. Le phénomène de douleur est influencé par 2 causes principales que sont la perception et la sensation. En effet, la notion de perception correspond au phénomène sensitif où l'information est transmise au cerveau par l'intermédiaire de cellules neurales. Quant à la sensation, elle dépend entre autres de notre capacité à interpréter la douleur et se trouve être conditionnée par notre état de santé, vécu, processus éducatif et environnement. En effet, L'étude de (Malfliet et al., 2017) a démontré que les zones cérébrales responsables de la perception de la douleur chronique s'associent aux facteurs émotionnels et attentionnels (cognitifs). Ainsi, la douleur associe plusieurs composantes : biologique (nociception), émotionnelle (ressentis) et cognitive (regard vis-à-vis de la douleur) complexifiant son ressentie qui de fait comporte une part subjective importante.

Le fonctionnement global neurophysiologique de la douleur relate de la complexité. En effet, cette expérience dépend de la cause et l'intensité du stimulus douloureux, l'aspect sensitif mais également de la capacité du patient à ressentir et combattre cette sensation désagréable (réaction corporelle). Le stimulus nocif va activer les récepteurs (terminaisons nerveuses) sensibles aux phénomènes mécaniques, thermiques et chimiques transformant cette information en signal électrique. Se propageant le long des fibres nerveuses, le signal électrique va enclencher des réactions ioniques, moléculaires. Ainsi, cela entraîne la libération de neurotransmetteurs dont le rôle est de favoriser la stimulation de neurones relais afin cette information soit transmise au cerveau. Ce dernier transforme ce signal en douleur ressentie à la fois somatique et psychique. (Swieboda et al., 2013)

1.3.1.1 Les types de douleur

La douleur se décompose en 3 types selon l'IASP : douleur nociceptive, douleur neuropathique et douleur nociplastique.

Majoritairement, les douleurs sont d'ordre nociceptive. Elles résultent d'une stimulation des nocicepteurs correspondant à des récepteurs spécifiques à l'inflammation ou dommages tissulaires (tissus mou, osseux...). On les retrouve principalement dans le derme (extrémité des fibres nerveuses). La douleur

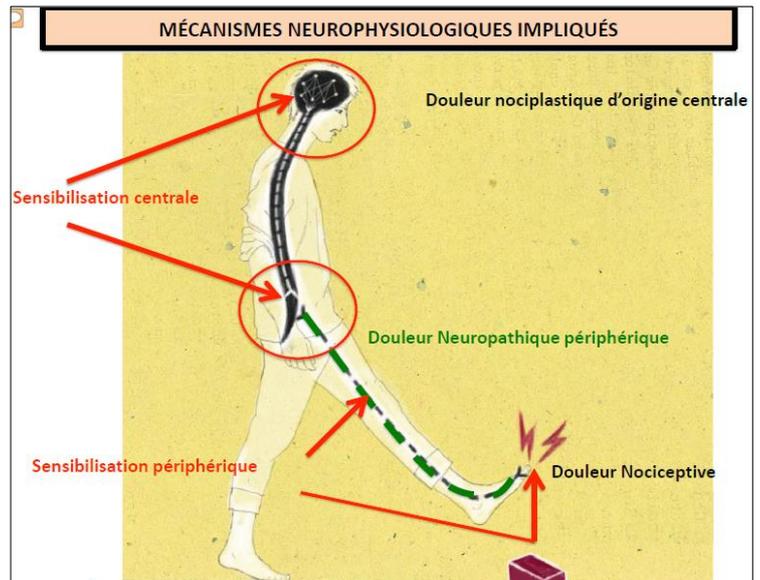


Figure 1 : types de douleur

nociceptive est décrite comme aigue, intense après une intervention chirurgicale par exemple ou peut être sourde, dissimulée (Garland, 2012) (Nijs et al., 2015).

Par ailleurs, les douleurs neuropathiques ou neurogènes peuvent être décrites comme des expériences sensorielles secondaires à une atteinte du système nerveux central (cerveau, ME) ou périphériques (radiculaires, tronculaires). Elles se caractérisent d'un point de vue clinique par des douleurs spontanées et continues avec des hypoesthésies associées à une allodynie (douleur engendrée par un stimulus normalement non douloureux), une hyperalgésie (sensibilité excessive ou accrue à la douleur) ou des sensations de brulures, décharges électriques. Elles apparaissent et se maintiennent par des phénomènes de modulation de douleur neuropathique accompagnés par le rôle de certains neurotransmetteurs (production accrue...). (Baron et al., 2010), (Cohen & Mao, 2014).

Enfin, la douleur peut être dite nociplastique ou centralisée. Cela correspond à une dysfonction du système nociceptif (traitement de la douleur) par le SNC en l'absence de stimulus nociceptifs déclencheurs ou d'altération ou lésion du système somatosensoriel (Popkirov et al., 2020). Cliniquement, elles peuvent équivalentes à une hyperalgésie et une allodynie (Ferro Moura Franco et al., 2021). A l'heure actuelle, de nombreux scientifiques effectuent des recherches au sujet de ce type de douleurs car leur phénomène est mal élucidé. En effet, plus de 4,2 millions de Français (IASP) possèdent des douleurs dont l'étiologie n'est pas déterminée puisqu'aucunes lésions ne sont visibles aux différents examens (IRM, scanner, échographie, radiologie...). Les

principales maladies associées à ce type de douleur sont : algie vasculaire de la face (brûlures d'un côté du visage jusqu'à l'épaule), glossodynie (sensation de bouche brûlée), le syndrome de l'intestin irritable (troubles digestifs et sensations douloureuses), fibromyalgie (douleurs diffuses dans le corps avec forte asthénie et troubles du sommeil) et SDRC ou syndrome épaule-main (douleur continue et intense à l'extrémité d'un membre).

D'un point de vue temporel, on distingue les douleurs chroniques des douleurs aiguës.

	Douleur aiguë (symptômes)	Douleurs chroniques (syndrome)
Finalité biologique	Utile Protectrice Signal d'alarme	Inutile Destructrice Maladie à part entière
Mécanisme générateur	Uni factoriel	Plurifactoriel
Réactions somato-végétatives	Réactionnelles	Habitude ou entretien
Composante affective	Anxiété	Dépression
Comportement	Réactionnel	Renforcé
Modèle de compréhension	Médical classique	Pluridimensionnel « Somatopsychosocial »

Tableau I : Comparaison douleur aiguë et chronique

Ces dernières peuvent être décrites comme des douleurs de courte durée, de quelques heures à quelques semaines suivant le type de lésion et le temps de cicatrisation. Elles sont semblables à un signal d'alerte utile au patient afin d'entraîner une réaction corporelle et comprendre l'étiologie. Les douleurs aiguës se distinguent des douleurs chroniques par la durée de persistance (supérieure à 3 mois pour la douleur chronique malgré la prise d'un traitement antalgique)(*Douleur*, s. d.). Cette dernière équivaut à une incidence chez 30% des adultes et ne cesse de s'accroître. En effet, 70% des adultes présentent des douleurs chroniques qui entraînent des répercussions psycho-sociales (« Douleur Chronique », s. d.). Par ailleurs, 50% des patients sont en arrêt de travail (88 millions de journées de travail impactées en France d'après Mick et al. *Douleurs* (2013)). En effet, cela représente un coût sociétal et économique très élevé qui est recensé à plusieurs milliards d'euros (consultation, hospitalisation, examens...). Ces douleurs-là peuvent s'expliquer par une cause qui peut être ou non objectivée. De plus, elles peuvent augmenter, diminuer voir

disparaître pour réapparaître à plus ou moins court terme suivant des facteurs biologiques et/ou spatio-temporels (heure, activités, qualité du sommeil, aspect psychologique...). Comme énoncé plus haut, ces douleurs chroniques ne remplissent pas le rôle de signal d'alerte à contrario des douleurs aiguës. Ainsi, elles se développent sur le long terme et entraînent donc la nécessité d'un traitement adéquat et la consultation de professionnels spécialisés. Les douleurs chroniques se localisent préférentiellement au niveau du dos, des cervicales, des épaules et sont associées de manière significative à des facteurs émotionnels et cognitifs comme le stress. (Gibson et al., 2014; Häuser et al., 2010). S'installant dans le temps, les douleurs chroniques ont des conséquences néfastes sur l'aspect fonctionnel (physique, moral) du patient. En effet, elles entraînent une altération de la qualité de vie avec une perte de l'autonomie, augmentation de l'inactivité (parfois situation de handicap) mais aussi des sentiments de non motivation, baisse du moral et troubles de dépression... (*Douleur aiguë, chronique - Douleur, s. d.*).

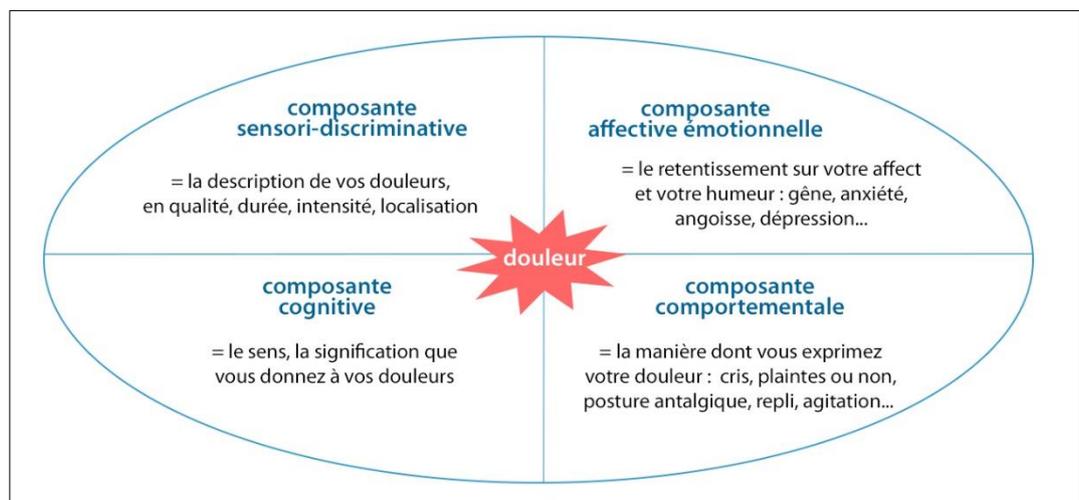


Figure 2 : Composantes de la douleur

1.3.1.2 Évaluation de la douleur

L'évaluation de la douleur est subjective. Elle utilise des échelles d'autoévaluation qui sont unidimensionnelles et servent à quantifier la douleur par son intensité. Elles sont utiles à partir du moment où le patient est dans la capacité d'énoncer sa réponse. Elles se différencient des échelles d'hétéroévaluation qui sont

pluridimensionnelles et mesurent 2 aspects (qualitatif et quantitatif) du phénomène de douleur. En effet, l'ensemble de ces outils sont utiles chez les professionnels de santé afin de coter à l'instant t l'intensité douloureuse et pour certaines échelles de mettre des maux sur la douleur. Ce sont des évaluations fiables et reproductibles dans le temps afin de suivre l'évolution douloureuse du patient. Cela permet d'adapter les objectifs et le projet thérapeutique.

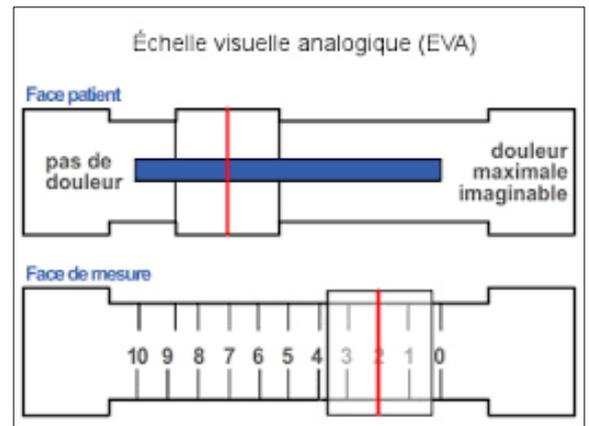


Figure 3 : Echelle Visuelle Analogique

L'Echelle Visuelle Analogique ou EVA est une règle à 2 faces, l'une côté patient (ligne continue) et l'autre côté professionnels de santé (cotations chiffrées). C'est une échelle où les valeurs sont généralement comprises entre 0 (aucune douleur) et 10 (douleur maximale imaginable). L'objectif est de demander au patient de déplacer le curseur (trait rouge) sur la ligne de douleur en fonction de son ressenti à l'instant t. Le professionnel de santé a donc l'équivalent d'un point de vue quantitatif et peut donc le notifier lors de son bilan clinique (Sung & Wu, 2018). L'étude de Ari Voutilainen a démontré que l'EVA est un outil d'évaluation de rapidité (28% plus court) et est moins soumise aux facteurs de confusion par rapport à une autre échelle : de Likert (Voutilainen et al., 2016).

L'échelle numérique ou EN possède une utilisation semblable à l'EVA avec une cotation de 0 à 10. Cependant, l'aspect quantitatif est connu du patient et peut donc énoncer sa douleur à l'instant t. C'est une échelle simple d'utilisation mais qui nécessite d'être utilisée en corrélation avec d'autres outils mesurant l'aspect qualitatif, pression douloureuse. (Alfonsin et al., 2019). Cela conduit à une prise en charge plus globale en utilisant des outils dont les sensibilités cliniques sont satisfaisantes.

Les douleurs neuropathiques ou neurogènes peuvent être objectivées par des questionnaires spécifiques comme le DN4 ou le NPSI.

Le DN4 ou questionnaire de diagnostic de douleur neuropathique par le biais de 4 questions et 10 items (sensoriels et examen clinique), est utilisé afin de déterminer la probabilité d'une douleur neuropathique chez un patient. L'échelle se construit sous

la forme d'un question-réponse (brulures, fourmillements, douleur au frottement...) entre praticien et patient qui répond par oui (cotation 1) ou par non (cotation 0). A la fin, les réponses sont comptabilisées et le diagnostic de douleur neuropathique est posée si le score est supérieur ou égale à 4 réponses positives sur 10. La sensibilité et spécificité sont évaluées respectivement à 83 et 90%(Bouhassira et al., 2005a).

Le NPSI ou « neuropathic pain symptom inventory » est construit suivant des critères similaires au DN4 mais est différent par l'inclusion du paramètre temporel. En effet, il comprend 12 questions dont 10 items sont évalués suivant les ressentis du patient au cours des dernières 24 heures. De plus, les réponses ne sont plus décrites par oui ou par non mais simplement par une cotation de 0 à 10 entre pas de douleur et une douleur maximale. L'étude de Bouhassira et al a permis de porter réflexion sur le développement et la validation du NPSI. L'étude a été conduite sur 176 patients afin de déterminer les items les plus objectifs et déterminer précisément les caractères neuropathiques de la douleur. Ainsi, elle a servi à comprendre les notions d'hyperalgésie, allodynie et les symptômes neuropathiques tels que la brulure ou les fourmillements. Les auteurs ont donc réduit l'inventaire à 10 descripteurs et 2 items temporels afin d'évaluer le patient dans sa globalité. C'est un outil dont l'utilité est à prendre en compte dans la suite de notre travail de mémoire. (Bouhassira et al., 2004).

Does your pain feel like burning?											
No burning	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Worst burning imaginable
Does your pain feel like pressure?											
No pressure	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Worst pressure imaginable
Is your pain provoked or increased by brushing on the painful area?											
No pain	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Worst pain imaginable
Is your pain provoked or increased by pressure on the painful area?											
No pain	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Worst pain imaginable

Figure 4 : NPSI

1.3.2 Le phénomène de sensibilisation centrale et périphérique :

Pour rappel, la douleur est un mécanisme primitif et essentiel au fonctionnement de l'organisme. En effet, elle apparaît préférentiellement par la présence de stimulus intenses et des lésions qui peuvent entraîner des dommages de l'organisme. Les stimulus activent les récepteurs à la douleur (nocicepteurs) qui en détectant le message douloureux transmettent par le biais d'une information électrique le long des voies ascendantes jusqu'au SNC (douleur aigue). Ensuite, il est possible que cette douleur se prolonge dans le temps et caractérise ainsi de chronique. Cela entraîne une inflammation et des lésions qui peuvent atteindre le système nerveux (douleur neurogène). Ces douleurs sont donc spontanées et s'apparentent à une hypersensibilité aux stimuli environnementaux. Cette dernière est physiologique et permet au tissu lésé dans la majorité des cas d'avoir une cicatrisation optimale. Cependant, quelques fois cette hypersensibilité se prolonge dans le temps et au-delà de la cicatrisation. Cela entraîne des changements physiologiques et des perturbations moléculaires (facteurs neurotrophiques) au sein du SN. Les mécanismes impliqués dans ces phénomènes-là sont la sensibilisation centrale et périphérique.

Le terme de sensibilisation peut se définir comme un phénomène d'augmentation, réactivité neuronale (croissance excitabilité des nocicepteurs) et plasticité synaptique en post-lésion.

La sensibilisation centrale comme son nom l'indique, se produit au sein du SNC. En effet, les changements ont lieu entre les nocicepteurs (synapses) et les neurones de la corne ventrale de la ME. En post-lésion, ce phénomène peut être amené à se produire en augmentant les connexions synaptiques suite à la surstimulation des nocicepteurs touchés (fréquence et intensité élevées). Ainsi, cela peut amener le changement de fonctionnalité de certains mécanorécepteurs (tactile léger) en nocicepteurs pour stimuler les neurones de la ME. Cliniquement, cela peut se manifester par une allodynie par exemple qui physiologiquement n'est pas présente. Le terme de plasticité est en corrélation avec les mécanismes moléculaires (neurotransmetteurs). En effet, cela implique le récepteur NMDA, neurotransmetteur produit par les nocicepteurs entraînant des connexions neuronales davantage excitables.

On a l'apparition d'un phénomène de la mémoire de la douleur ou wind up qui par le biais des changements moléculaires diminue les contrôles inhibiteurs ou systèmes

descendants.

L'abaissement du seuil d'excitation peut également expliquer le phénomène de sensibilisation. De multiples mécanismes moléculaires vont pouvoir expliquer cette sensibilisation périphérique. En effet, lors d'un dommage, l'ensemble des cellules altérées vont libérer leur contenu (ions potassium). Cela va entraîner une réaction inflammatoire par la production d'autres molécules responsables d'une rougeur, chaleur et d'un œdème. Basbaum et al décrivent qu'il y a une corrélation entre la concentration en potassium et le l'intensité douloureuse. Par ailleurs les ions hydrogènes sont en étroite relation avec l'activation des canaux ioniques des nocicepteurs. Cela peut expliquer l'apparition de myalgies en lien avec la production d'ATP lors d'exercices anaérobies (intenses). Ainsi, cela va être intéressant d'étudier le lien entre l'activité physique et ce phénomène de sensibilisation.

Enfin, il est nécessaire de comprendre le rôle des substances chimiques et protéiques dans ce phénomène de sensibilisation. En effet, un dommage tissulaire entraîne la libération d'histamine, prostaglandines et de bradykinine qui se fixent sur les récepteurs à nocicepteurs déclenchant des potentiels d'actions sur les fibres spécifiques à la douleur. Le phénomène « axone reflex » explique que les nocicepteurs vont libérer de la substance P responsable de l'accentuation de la douleur (production importante histamine). Il y a également le rôle de la calcitonine qui par le biais de son rôle vasodilatateur, produit en surplus de l'histamine et de la bradykinine et de la sérotonine qui contribue à la réaction inflammatoire par le biais du facteur de croissance NGF (développement neurones). (Cellular and molecular mechanism Basbaum et al., 2009; Ji et al., 2018a)

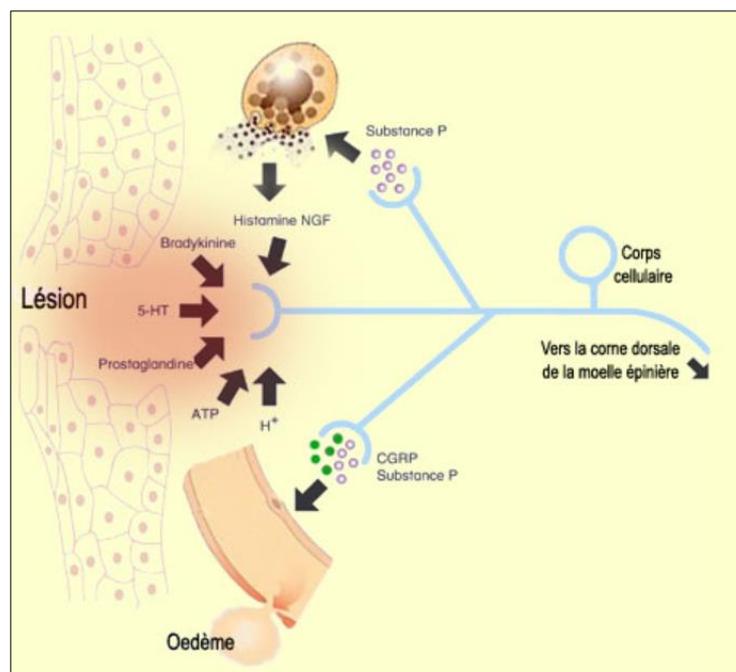


Figure 5: principe physiologique du phénomène de sensibilisation

1.3.3 Activité physique : aérobie et anaérobie, mécanismes et effets

1.3.3.1 Caractéristiques des différents types d'activité physique :

L'activité physique est définie par l'OMS comme « *tout mouvement produit par les muscles squelettiques responsable d'une augmentation de la dépense énergétique* » et supérieure à celle qui est dépensée au repos (Améli, 2021).

De nos jours, nous savons que l'activité physique a des effets bénéfiques pour la santé. En effet, elle réduit le risque de maladie tels que les AVC, cancers et autres..., maintient une fonctionnalité de l'ensemble des systèmes et tissus du corps humain (cardio-respiratoire, musculaire, osseux...) et relate un bien-être corporel.

Par ailleurs, l'OMS recommande une activité physique modérée à intense pour l'ensemble de la population avec une adaptabilité nécessaire suivant l'âge du patient. (60 mins par jour pour les personnes de 5 à 17 ans, 2h30 pour ceux de 18 à 64 ans en intensité modérée ou 1h15 en soutenue, 3 jours par semaine pour les PA)(OMS / *10 faits sur l'activité physique*, s. d.). Une revue internationale spécialisée en médecine (*Medicine & Science in Sports & Exercise*) du sport a publié une étude qui mesurait la sensibilité à la douleur chez 24 patients en bonne santé avec 2 groupes distincts (1 contrôle et inactif, 1 groupe expérimental avec un programme d'entraînement physique pendant 6 semaines). Concernant les critères d'évaluation, ils ont choisi de mesurer 2 seuils différents (sensation et tolérance douloureuse) → utilisation d'appareil à pression et brassard à tension. Après 6 semaines, le post-test a révélé que la tolérance à la douleur était + importante dans le groupe actif (supportent mieux la douleur). En résumé, cette étude permet de montrer que l'activité physique peut agir sur les composantes de la douleur. En termes de limites de cette étude, il serait judicieux d'augmenter la taille d'échantillon de l'étude afin d'accroître la puissance et la représentativité de l'étude vis-à-vis de la population générale.

L'activité physique aérobie se distingue de celle anaérobie. L'activité physique aérobie est définie selon (Thibaut G (2009), entraînement cardio. Sports d'endurance et performance) comme « *une activité physique qui stimule la fonction cardiorespiratoire, au cours de laquelle la majeure partie de l'énergie est produite par l'oxydation des substrats énergétiques dans les muscles* ». En effet, ces types d'exercices utilisent l'oxygène pour produire de l'ATP. Elle fournit le plus grand nombre d'ATP (36 par la glycolyse et 406 par l'oxydation des triglycérides) et correspond à des exercices de longue durée nécessitant peu d'intensité (65 à 80% de la FCmax) (Définitions de

quelques termes Thibault, s. d.). C'est une filière énergétique qui s'active au-delà de plusieurs minutes et est optimale à partir de 30 minutes. Comme vu plus haut dans la partie sur la sensibilisation centrale et périphérique, les patients souffrant de douleurs chroniques peuvent présenter au sein de leur organisme, une production importante d'ions H⁺ qui est en lien avec l'activité anaérobie. En effet, L'étude de Bodin, 2014, a démontré que les patients atteints de fibromyalgie physiologiquement une hypoxie diffuse au sein de leurs tissus. L'organisme, par simple réaction va ainsi s'orienter vers une activité anaérobie lactique (par manque d'oxygène). L'activité anaérobie est beaucoup plus intense (85 à 90% FCmax). C'est des efforts brefs dont les muscles produisent des déchets et principalement de l'acide lactique. C'est en corrélation avec le phénomène de sensibilisation puisque l'accumulation d'ions hydrogène est responsable d'une augmentation de l'intensité douloureuse mais également de troubles d'ordre physique (troubles du sommeil) et psychique (stress...).

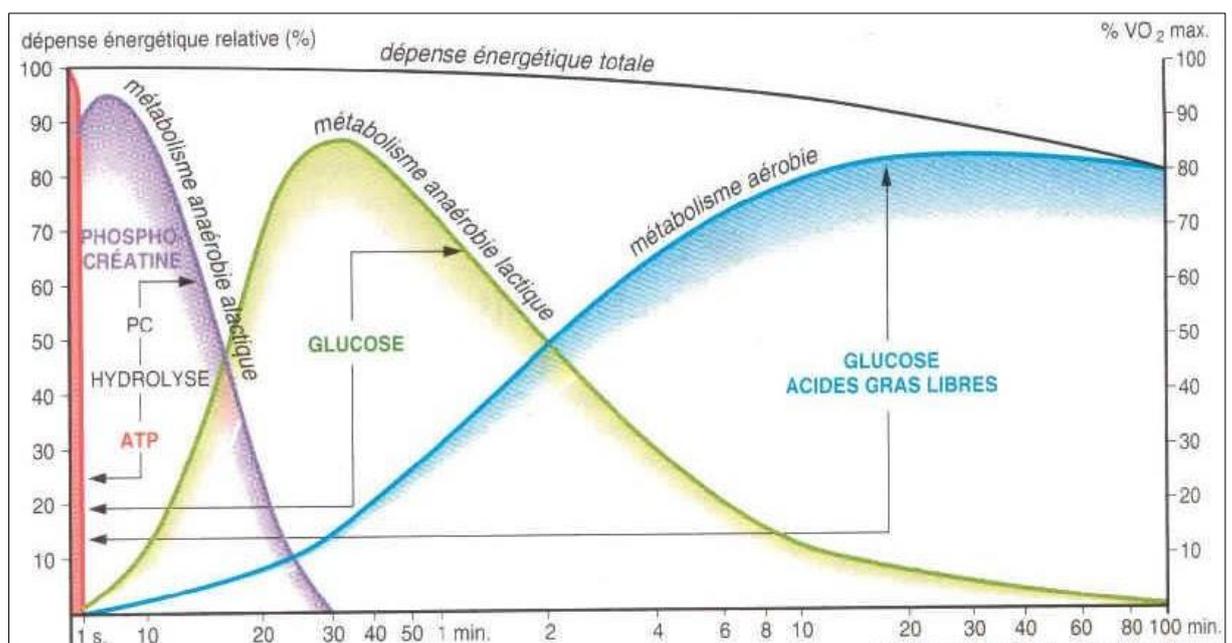


Figure 6 : mécanismes énergétiques en fonction du type d'activité physique

1.3.3.2 Effets physiologiques de l'activité physique sur le corps humain

L'activité physique, dans sa globalité, a des effets physiologiques chez tous les patients. En effet, l'activité aérobie par le biais d'exercices réguliers améliore la capacité d'endurance des patients :

- ❖ Augmentation du nombre de capillaires et amélioration des échanges

gazeux musculaires

- ❖ Accroissement de la concentration en myoglobine nécessaire pour le transport de l'oxygène
- ❖ Optimisation du rôle des mitochondries
- ❖ Augmentation teneur des opioïdes → réduction douleur (Harden et al, 2012)

Par ailleurs, l'activité physique a un rôle important dans la régulation de la concentration en neurotransmetteurs cérébraux. En effet, elle aurait un effet bénéfique sur la douleur, fatigue, stress et sommeil par une augmentation des neuromédiateurs : dopamine, GABA, irisine, sérotonine (humeur, sommeil, douleur), noradrénaline (stress, comportement) (De matos et al, 2009). Dans son article sur l'effet de l'activité physique sur l'anxiété et la dépression, il démontre que l'activité physique peut avoir une influence sur le phénomène d'auto-contrôle des réactions corporelles des patients. Cela peut être intéressant afin de comprendre l'aspect du ressenti de la douleur. (Maquelin, s. d.).

(Therrien, s. d.) a regroupé un nombre d'études démontrant que l'activité physique aérobie avait des effets sur la concentration en facteurs de croissance nerveuse (NGF et BDNF).

Ainsi, les exercices aérobies entraînent une augmentation de ces facteurs responsables de la diminution de l'anxiété et des troubles additionnels à la douleur.

Il serait donc intéressant d'évaluer les effets des différents types d'activité sur la sensibilisation centrale et périphérique car nous avons vu que les mécanismes sont similaires et mettent en avant les modifications biologiques et l'utilité des molécules neurotrophiques.

Ainsi, cela amène à la conclusion de la pertinence de conduire notre réflexion et travail d'initiation à la recherche par le biais d'une RSL (méthodes explicites de recherche et analyse de données inscrites dans la littérature scientifique) dans le but de répondre à la problématique suivante : L'activité physique peut-elle avoir un effet antalgique sur le phénomène de sensibilisation douloureuse centrale ?

Nous pouvons ainsi émettre l'hypothèse que les programmes d'activité physique d'intensité variable pourraient influencer positivement les mécanismes de la douleur : diminution hyperalgésie et allodynie, augmentation des seuils de douleur, abaissement durée et intensité douloureuse. Pour le patient, cela pourrait se traduire

fonctionnellement par une amélioration de sa qualité de vie et de ses capacités fonctionnelles.

Plus précisément, l'objet de ce travail sera donc d'évaluer, par une revue systématique de la littérature, les effets (maintien temporel, durée et prolongation) des programmes d'entraînement sur les différentes manifestations cliniques de la sensibilisation centrale.

Matériel et méthodes

2 Design de l'étude et principes

2.1 Pertinence de la réalisation d'une revue systématique de la littérature

(Zaugg et al., 2014), dans son ouvrage Santé Publique définissent une revue systématique de littérature comme « une synthèse de la littérature scientifique en réponse à une question précise ». Adapté à un mémoire de recherche, ce type d'étude permet par des moyens explicites de sélection et traitement des informations sur différentes bases de données (supérieur ou égale à 2) d'évaluer la validité, qualité et fiabilité des informations scientifiques sur la thématique en question.

A ce jour, il n'existe aucune RSL traitant des effets de l'activité physique sur le phénomène de sensibilisation douloureuse. Toutefois, nous nous appuyerons sur la littérature foisonnante de ces dernières années sur l'analgésie induite par l'exercice (« exercice induced analgesia ») qui a toujours été restreinte au phénomène douloureux et non aux mécanismes de la sensibilisation centrale spécifiquement.

Par ailleurs, deux mémoires ont suscité mon attention car ils évaluent les effets de l'activité physique, majoritairement aérobie sur les phénomènes de dépression et des pathologies psychosomatiques telles que la fibromyalgie. Ils viennent appuyer notre réflexion grâce aux similitudes des mécanismes neurophysiologiques. La chronicité des pathologies ci-dessus quant à elle, aide au raisonnement concernant le phénomène de sensibilisation puisque c'est un concept qui dure dans le temps.

Notre revue systématique de littérature a pour objectif d'analyser des données scientifiques en apportant une fiabilité, la plus optimale pour être acceptée par les

lecteurs. Pour cela, ce travail suit les lignes directrices PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Mateo, 2020) reposant sur 7 sections et 27 items :

- ❖ Titre (1)
- ❖ Résumé (1)
- ❖ Introduction (2)
- ❖ Méthode (12)
- ❖ Résultats (7)
- ❖ Discussion (3)
- ❖ Financement (1)

2.2 Stratégies de recherches

Notre stratégie de recherche s'est structurée en utilisant le modèle PICO (voir tableau ci-dessous) pour « Patients, Intervention, Comparaison and Outcome (= critères de jugement ici) ».

Nous rappelons que la problématique est : « l'activité physique peut-elle avoir un effet antalgique sur le phénomène de sensibilisation douloureuse centrale ? »

2.2.1 Le type d'étude

Nous avons décidé d'inclure tous les articles traitant de programmes d'activité physique chez des sujets ou patients avec une forme de sensibilisation centrale. Nous avons restreint notre analyse aux études de type essai clinique contrôlé afin de minimiser le risque d'obtenir des résultats biaisés par des études de très faible qualité méthodologique et en nous appuyant sur les recommandations de l'HAS (*Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique - État des lieux*, s. d.).

2.2.2 Le type de population

Nous avons peu restreint le type de population de par la complexité du sujet de sensibilisation centrale.

En effet, nous avons sélectionné les études incluant des sujets sains (comparatif), patients majeurs ayant des pathologies incluant ce phénomène de sensibilisation à la

douleur (neurologique privilégiée).

Nous avons décidé de retenir deux études préliminaires où la population concerne des animaux car les résultats sont encourageants et apportent réflexion sur notre thématique.

Toute population avec une autre pathologie diagnostiquée n'a pas été retenue.

2.2.3 Le type d'intervention

Afin de ne pas limiter nos résultats, nous avons retenu tout type d'étude appliquant une activité physique qu'elle soit aérobie (natation, course, travail d'endurance) ou non aérobie (renforcement musculaire, effort bref et intensif). On compare ces groupes d'intervention à des contrôles (aucune activité ou non physique). Tout autre type d'intervention (thérapies complémentaires) ont été exclues.

2.2.4 Critères de jugement

2.2.4.1 Critère d'évaluation principal

Notre critère de jugement principal est l'aire en cm² d'hyperalgésie (primaire et/ou secondaire). Elle se caractérise par une douleur anormalement amplifiée, déclenchée par un stimulus douloureux. Proche de l'allodynie, c'est un symptôme évocateur chez les patients souffrant de douleurs neuropathiques (périphériques ou centrales). Cela affecte 15 à 50% des patients ayant des douleurs neurologiques. Classée sur l'aspect sensoriel, il va être intéressant de l'évaluer par une mesure de la surface d'hyperesthésie en cm² : mesures anatomiques. C'est un critère primordial à relever car les phénomènes de sensibilisation centrale et périphériques contribuent au maintien de cette réaction corporelle (Jensen & Finnerup, 2014).

2.2.4.2 Critères d'évaluations secondaires

Nous avons défini 4 critères de jugement secondaires :

- L'allodynie, sensation douloureuse provoquée par un stimulus normalement non douloureux (exemple : douleur du coup de soleil). Le mécanisme d'apparition de cette douleur est peu connu mais fait l'objet de nombreuses recherches à l'heure actuelle. Elle sera quantifiée par sa surface en cm² et également par son absence/présence via certains questionnaires comme le DN4.
- L'intensité douloureuse, durée et sensation douloureuse : mesurée en minutes,

heures ou jours selon le type de lésion génératrice d'hyperalgésie et de patients évaluée en même temps que l'intensité douloureuse. Cette dernière, elle se caractérise par une quantification subjective à l'aide d'une échelle visuelle analogique (EVA) ou numérique. C'est un outil valide et fiable lorsqu'elle se consacre à l'évaluation de la douleur (Heller et al., 2016) (Alfonsin et al., 2019)

- Le seuil de pression à la douleur. Yves Lazorthes et al dans leur ouvrage « Sémiologie de la douleur » définissent ce terme comme « *le niveau pour lequel une sensation tactile fait place à une sensation douloureuse lorsque l'intensité du stimuli (mécanique, thermique, électrique...) s'accroît progressivement* ». Elle est généralement évaluée à l'aide d'un algomètre permettant de quantifier et ainsi voir si l'activité physique peut moduler ce seuil de pression chez des patients dans un contexte de sensibilisation accrue à la douleur (Cantarero-Villanueva et al., 2012) (King et al., 2017).

Enfin, le 4^{ème} critère de jugement correspond aux répercussions de la douleur sur la qualité de vie des patients. Il est vrai qu'il existe une forte corrélation entre l'expression de la douleur et la vie quotidienne des personnes. L'étude de (Husky et al., 2018) a démontré qu'il existe un lien étroit entre douleur chronique (maux de dos) et qualité de vie. Pour cela, ils ont utilisé un score de qualité de vie (SF-36) qui a montré un résultat plus faible chez les patients atteints d'un mal de dos chronique.

Par ailleurs, dans cette étude, les cliniciens ont souligné que la qualité de vie était corrélée à la santé mentale et physique des patients.

Ainsi, il est important de prendre en compte ce facteur-là par prévention, diagnostic en amont et une prise en charge adéquate afin d'y répondre au mieux.

2.2.5 Critères d'inclusion et d'exclusion des articles

	Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
Population	Etudes animaux (lésions neurologiques) Femmes et hommes >18 ans	
Pathologies	Pathologie où la notion de sensibilisation à la douleur est présente	Autres pathologies diagnostiquées
Intervention	Exercices aérobies Exercices non aérobies	Autres interventions (thérapie complémentaires)

	Versus aucune activité ou activité non physique (relaxation...)	strictes)
Outcomes	Hyperalgésie Allodynie Seuil pression douloureux, intensité et durée douloureuse Répercussions sur la qualité de vie Quel que soit les échelles ou outils de mesure utilisées	Pas d'évaluation des caractéristiques de la douleur
Types d'articles et date de publication	Qualitatif (ECR ou non) Quantitatif (2015-2021)	Etudes avec qualité méthodologique (cohorte, cas-témoins, étude de cas, avis experts...) Quantitatif (avant 2015)

Tableau 2 : critères d'inclusion et exclusion

Afin de ne pas limiter nos résultats de recherches, nous avons conclu de ne pas tenir compte pour nos critères d'éligibilité, des modalités de l'exercice physique (spécificité de l'exercice physique), de la durée de l'intervention (visibilité des effets) et du lieu de l'intervention (centre, extérieur, domicile...). Cependant, la discussion de notre travail peut faire l'objet d'une ouverture sur de futures recherches concernant l'influence de ces facteurs-là (psychologique...).

Nous avons décidé de limiter les restrictions concernant la population car après de multiples recherches et suivant l'aspect novateur de la sensibilisation à la douleur, il y a de nombreux articles où l'intervention s'appliquent à des animaux (base scientifique). Par ailleurs, nous développons que les sujets inclus doivent être atteints d'une pathologie neurologique (centrale ou périphérique) acquise ou induite par l'expérience.

D'un point de vue temporel, nous avons réduit la sélection des articles à l'année 2015 afin d'avoir des résultats récents, concordants.

La sélection des articles est donc faite pour comprendre les effets de l'activité physique, qu'elle soit aérobie ou anaérobie sur l'hyperalgésie et autres

caractéristiques de la douleur (allodynie...).

2.2.6 Mots clés

Les mots clés utilisés sont les suivants :

- Aerobic exercises
- Physical activity
- Anaerobic exercises
- Central sensibilization
- Pain threshold
- Hyperalgésia
- Allodynia
- Peripheral sensibilization

Nous avons pu déterminer ces mots clés en analysant notre question de recherche. Celle-ci se divise en 3 notions importantes que sont l'activité physique, la sensibilisation à la douleur (centrale ou périphérique) et les phénomènes algiques en lien avec nos critères d'évaluation.

2.2.7 Bases de données

Nos recherches se sont effectuées sur 3 bases de données : Pubmed, Cochrane et Pedro.

Nous avons initié nos recherches sur les bases de données en Décembre 2020 et les avons suspendus en Mai 2021, soit une période de 6 mois. Elles portent sur la littérature produite entre l'année 2015 et 2021 comprises.

2.2.8 Equations de recherche

Nos équations de recherche sont issues de la méthode PICO, tout comme nos critères d'inclusion/exclusion et nos critères de jugements.

Pour le site PUBMED nous avons utilisé le/les équations suivantes :

- ❖ [aerobic exercises OR physical activity] AND [hyperalgesia OR pain sensibilization]
- ❖ [aerobic exercises OR anaerobic exercises] AND [hyperalgesia OR central

sensibilization OR peripheral sensibilization]

- ❖ [aerobic exercises OR anaerobic exercises OR physical activity] AND [hyperalgesia OR pain threshold OR allodynia]

Ces équations ont été combinées avec des « OR » afin d'avoir une équation finale de recherche d'articles. Il a été nécessaire d'appliquer nos mots clés comme MESH terms mais également dans « Title/Abstract » afin d'avoir une liste complète d'articles où les notions principales abordées traitent de notre sujet de recherche et apparaissent dans les résultats.

2.3 Déroulé du travail

2.3.1 Sélection des études

Dans un premier temps, les études ont été récupérées et stockées dans Zotero. Ensuite nous avons éliminé les doublons puis réalisé une pré-sélection à partir du titre et du résumé. Enfin, l'analyse du texte intégral a permis de finaliser notre sélection d'études à 8 papiers.

En théorie il serait nécessaire que ce choix des études soit fait par deux personnes indépendantes. Dans le cadre de ce mémoire, la sélection n'a été faite que par l'auteur principal (l'étudiant) et ce biais sera donc référencé dans les limites de l'étude.

2.3.2 Extraction et gestion des données

L'ensemble des données extraites ont été reprises dans un tableau de synthèse comportant les caractéristiques suivantes :

- Informations générales de l'étude :
 - Titre
 - Date de publication
 - Journal
 - Premier auteur
- Information spécifique à l'étude :
 - Type d'étude
 - Nombre de participants
 - Type d'intervention
 - Critère d'évaluation principal : surface d'hyperalgésie en cm²

- Critères d'évaluation secondaires :
 - Allodynie
 - Intensité et durée douloureuse
 - Seuil de pression
 - Qualité de vie
- Résultats obtenus

2.3.3 Evaluation des biais

Dans le cadre d'une RSL, les biais pouvant être rencontrés sont les suivants : sélection, informations ou classement et confusion (*Les biais*, s. d.), (Pallot & Rostagno, 2021)

Un biais de sélection correspond à une erreur réalisée dans une étude et causée par les méthodes utilisées pour sélectionner les participants à l'étude.

Le biais d'information comme « *une erreur systématique induite lorsque la mesure ou l'observation d'un phénomène est incorrecte et conduit à mal classer les sujets en malades/non malades ou en exposés/non exposés* ».

Enfin, le biais de confusion correspond à « *une erreur concernant les effets du facteur étudié et la maladie. Il est lié à un défaut de prise en compte du facteur de confusion (externe, tiers facteur)* ».

Les biais		
Facteurs de sélection	Facteurs d'informations/classement	Facteurs de confusion
Sélection des articles : -2015/2021, études récentes et cohérentes -Non sélection des études non accessibles (payantes...) mais prise en compte pour Chart-flow - Fiabilité (ECR, non retenu des articles avec type <B) Contenu des articles : ❖ Attrition (différences entre les groupes,	Contenu des articles : -Biais de suivi : différence PEC groupe traité et contrôle (apports, encouragements...) - Biais de subjectivité (connaissance facteur exposition) -Biais de non réponse ou refus des patients -Biais de mémoire (souvenir ...)	Contenu des articles : -Pas de groupe de référence (contrôle) -Groupes homogènes (exposition identique...)

sorties, interruptions) : *détection : évaluateurs en insu *Performance : protocole d'intervention ? ❖ Recrutement, échantillonnage ❖ Durée, perdus de vues ❖ Randomisation bien suivie (répartition...)		
--	--	--

Tableau 3 : les différents biais

2.3.4 Evaluation de la qualité méthodologique des articles

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

Figure 8 : Echelle méthodologique de Pédro

La qualité méthodologique des études choisies pour notre revue de la littérature va être évaluée par 2 grilles ou échelles :
 Mc Master et Pedro. La grille McMaster est un support d'évaluation quantitative de lecture. En effet, c'est une restitution valide et issue de 2 ouvrages :

Davies, B., Coutu-Wakulczyk, G., & Logan, J. (2011). *Lire des textes de recherche : Guide convivial pour infirmiers et autres professionnels de la santé*. Toronto: Mosby Elsevier.

Law, M, Stewart, D., Pollock, N. Lettes, L. Bosch, J., & Wetstmorland, M. (n.d.). *Critical review forms*. Centre for Evidence-Based Rehabilitation. McMaster Université. Récupéré de

<http://www.srsmcmaster.ca/Default.aspx?tabid=630> Figure 7: Grille méthodologique de Mc Master

Study purpose			
Was the purpose clearly stated?	✓	✓	✓
Literature			
Was relevant background literature reviewed?	✓	✓	✓
Sample			
Was the sample described in detail?	✓	✓	✓
Was sample size justified?	x	x	x
Outcomes			
Were the outcome measures reliable?	NR	✓	x
Were the outcome measures valid?	✓	✓	x
Intervention			
Intervention was described in detail?	NA	NA	✓
Contamination was avoided?	NA	NA	x
Co-intervention was avoided?	NA	NA	x
Results			
Results were reported in terms of statistical significance?	✓	✓	✓
Were the analysis method(s) appropriate?	✓	✓	NR
Clinical importance was reported?	NA	NA	x
Drop-outs were reported?	NA	NA	✓
Conclusions and implications			
Conclusions were appropriate given study methods and results	✓	✓	✓

Elle retranscrit les points importants que l'on doit retrouver au sein d'un article et permet ainsi de relever la présence ou non de biais à l'étude.

2.4 Plan d'analyse statistique

2.4.1 Variables utilisées

En effet, notre critère de jugement principal qu'est l'hyperalgésie sera conditionné par sa surface au cm².

Les critères de jugements secondaires que sont l'allodynie et la cotation d'intensité de douleur suivent le même principe. En effet, le premier est équivalent à l'hyperalgésie et sera mesuré en surface (cm²) et l'intensité douloureuse, elle, sur une échelle de 0 à 10.

Rappelons que le dernier critère de jugement correspond davantage aux répercussions sur la vie quotidienne, l'état psychologique etc... Dans ce cas-là, des variables qualitatives pourront venir appuyer l'analyse statistique car les réponses obtenues seront davantage à caractère subjectif.

2.4.2 Tests utilisés

Notre analyse statistique peut être la suivante :

Nous avons utilisé des tests paramétriques (population normale) de comparaison de moyenne. Cette dernière se trouve être le paramètre le plus utilisé pour décrire les variables quantitatives et sensible aux valeurs extrêmes.

Nous devons savoir qu'à chaque calcul de moyenne, nous allons également déterminer l'écart type.

Ainsi, les tests retenus sont :

- ❖ Test T de Student
- ❖ Ou Test ANOVA

Ils correspondent à des tests paramétriques et permettront de comparer les données entre les différents groupes des études.

3 Résultats

3.1 Diagramme de flux

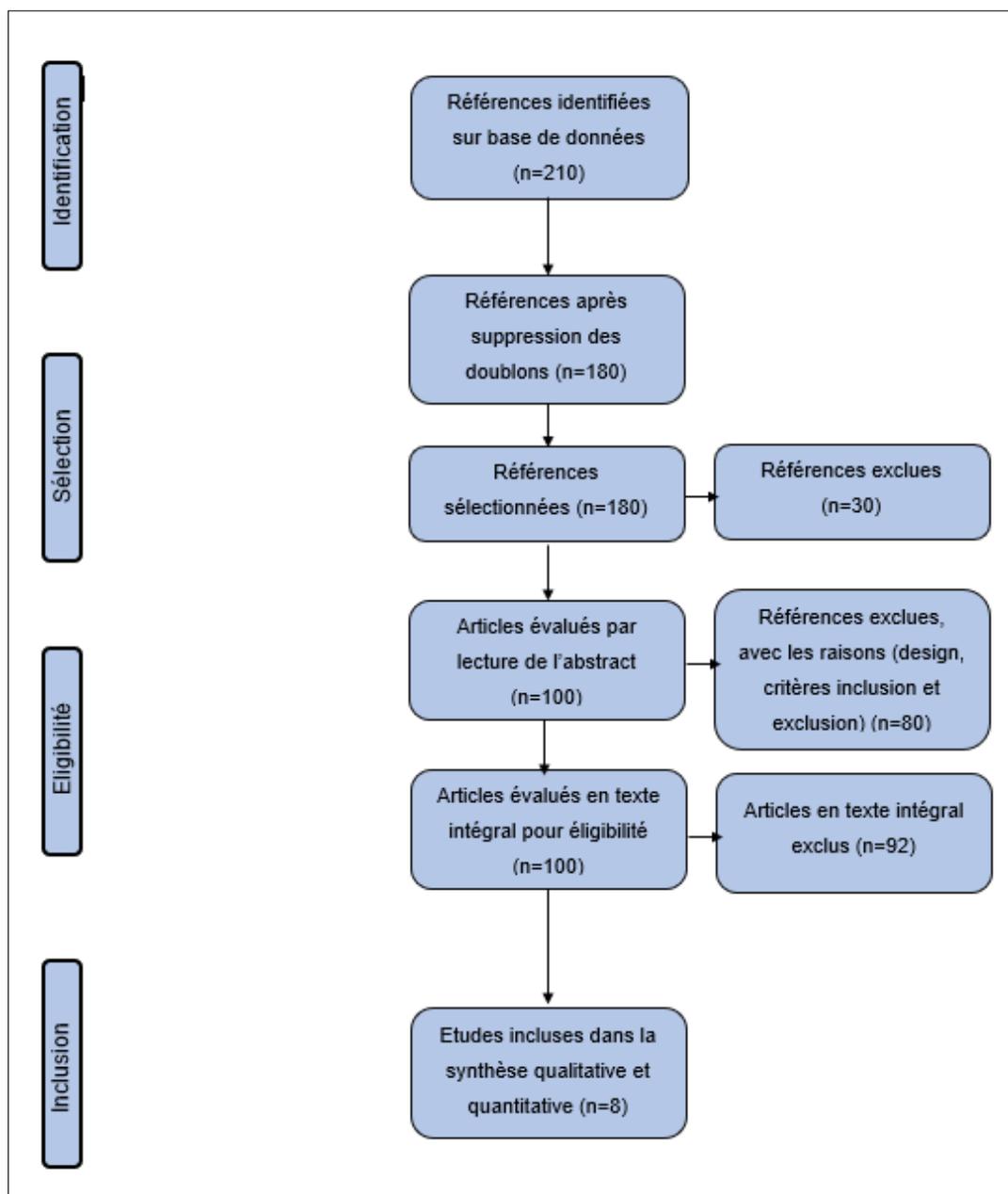


Figure 9 : Chartflow de la sélection des articles

Par nos équations de recherches, nous avons tout d'abord obtenu 210 articles (192 littératures issus de la base de données PubMed, 10 papiers de Pedro et 8 de Cochrane). Nous avons éliminé 30 papiers par cause de doublons. Ensuite 80 papiers ont été éliminés par lecture de l'abstract et références aux critères (inclusion et exclusion). Enfin, en analysant notre texte intégral, nous avons retenu 8 articles pour constituer notre RSL.

3.2 Description des études

3.2.1 Caractéristiques globales (design, objectifs, populations et critères, outils de mesures, critères de jugements)

Afin d'être en accord avec nos critères méthodologiques et d'inclusion, l'ensemble de nos études ont pour design : ECR

Seulement 2 papiers décrivent d'une manière claire le couple « objectifs-hypothèse » : (Hakansson et al., 2018) & (Chuganji et al., 2015). Les autres études énoncent seulement les objectifs généraux.

Concernant les populations cibles ainsi que les critères d'inclusion + exclusion, nous les avons listés dans un tableau globale disponible en annexes.

Enfin, les auteurs ont utilisé des outils de mesures répondre aux différents critères de jugement :

- Mesure centimétrique surface (étendue) hyperalgésie + questionnements
- Algomètre (PPT) et dynamomètre (force), seuil de retrait à la douleur
- Westernblot
- EVA, NRS, PCS
- Scores fonctionnels (MIF, Quickdash, NDI, GRCS)
- Diapason

Etude	Critères de population	Temps et période interrogée
Hakansson, 2018	37 (28 participants et 9 perdus de vues) 18-40 ans	Pré-intervention 9 ^{ème} séance (mi-intervention) Fin des 6 semaines (18 ^{ème})
Topcuoglu 2016	52 patients (10 perdus de vues) 35-80 ans	Pré et post intervention (4 semaines)
Alsouhibani, 2019	30 sujets (2 perdus de vues) Moyenne d'âge 19 ans +/- 1,5 ans	7 mesures pour chaque session expérimentale (avant, pendant et après immersion eau glacée) Intensité douleur (mesurée à 20 secondes d'intervalle)

Maharaj 2018	154 participants (18 perdus de vues) Moyenne d'âge 37 ans +/- 8 ans	Pré, mi et post-intervention Soit 0, 6 et 12 semaines
Chuganji 2016	36 sujets animaux randomisés en 3 groupes	Baselline, mi intervention (1/semaine) et post-intervention à 4 semaines
Farzad 2018	35 sujets animaux randomisés en 5 groupes	Baseline, mi-intervention (chaque semaine) et 18 heures après dernière intervention (4 semaines)
Jones 2019	16 patients 18 à 60 ans	Baseline et post-intervention
Rizo, 2019	39 patientes (19 exercices et 20 contrôles) pour phase exercice Part A : 23-67 ans Part B : moyenne d'âge 47 +/- 1,4 ans	Baseline, 1 semaine post-intervention et 1 évaluation 3-6 mois après

Tableau 4 : Présentation des populations

Voir autres tableaux annexes pour l'ensemble des détails.

3.2.2 Description des interventions (durée, type activité et efforts...)

Etudes	Durée intervention	Nb groupes et entrainements	Type intervention
<i>Hakansson 2018</i>	6 semaines	2 groupes // 3 entrainements/sem	Vélo freinage élec HIIT Vélo résist manuelle Intensité progressive (% FC max et Wpeak)
<i>Topcuoglu 2016</i>	4 semaines	2 groupes (standard et aérobique + standard)	Physiothérapie + ttt médical(Cont) Ergomètre + programme rééduc AVC
<i>Alsouhibani 2019</i>	1 session essai + 2 expérimentales	2 groupes (cont et exp)	Travail isométrique avec mesure par dynamomètre

Maharaj 2018	12 semaines	3 groupes (cont, aérobie et exo progressif)	GA : 20 mins vélo avec faible résistance GEP : renfo Q + récup GC : conseils
Chuganji 2016	8 semaines	2 (im + exercices, cont) (30 mins/ jour et 5 jours/sem)	Course sur tapis roulant
Farzad 2018	4 semaines	(5 fois/sem)	20 sessions de nage
Jones 2019	20 mins pour 2 groupes	2 groupes (aérobie et activité lumineuse)	Vélo ergo stationnaire (5 mins échauffement et 15 mins training)
Rizo 2019	5 semaines	2 groupes 10 séances, 2/semaine	Renforcement musculaire progressif (ref CVM initial avant début intervention)

Tableau 5 : description des interventions des études

3.3 Résultats des études

Tout d'abord, après analyse des différents papiers, nous sommes arrivés à la conclusion que l'exercice induit une hypoalgésie ou diminue la surface d'hyperalgésie des patients. Ce résultat est davantage présent lors d'un exercice aérobie.

Les auteurs stipulent d'une manière générale que l'activation des systèmes descendants de modulation de la douleur est responsable de cette baisse d'hyperalgésie.

En second lieu, nous avons pu observer comme résultats une augmentation du seuil de pression à la douleur. En effet, la pratique d'activité physique joue un rôle important sur la stimulation des nocicepteurs. Les auteurs démontrent qu'il existe une corrélation entre l'exercice et l'EIH au niveau des muscles expérimentés.

En 3^{ème} point, nous avons relaté une amélioration des scores de douleur de façon significative à court, moyen et long terme après l'intervention. Dans l'ensemble des études, les patients, par le biais de questionnaires ou utilisation d'échelles, ont décrit une douleur diminuée après l'exercice.

Une étude (Farzad et al) a démontré une amélioration au niveau de l'allodynie froide. Celle-ci est tardive (4 semaines post intervention) mais présente.

D'un point de vue neurophysiologique, certaines études ont décrit une augmentation de molécules (GAD65, protéine bêta) au sein de tissus du SN. Cela est à l'origine d'un effet analgésique et les auteurs concluent sur le lien important avec l'activité physique.

Enfin, les scores de qualité de vie ont été nettement améliorés. En effet, les études décrivent que les échelles fonctionnelles (incapacité), score de dépression et fatigue ont évolué positivement de manière significative.

<u>Etude</u>	<u>Critère de jugement Principal : Hyperalgésie</u>	<u>Critère de jugement secondaire : Allodynie</u>	<u>Critère de jugement secondaire : Intensité douloureuse</u>	<u>Critère de jugement secondaire : Seuil de pression à la douleur</u>	<u>Critère de jugement Secondaire : Répercussions fonctionnelles (psy, AVQ...)</u>
Hakansson 2018	/	/	Intensité et propagation message douloureux réduites	PPT augmenté DF et TA	/
Topcuoglu 2016	Surface hyperalgésie diminuée	Pas de conclusions favorables au sujet de l'allodynie	Douleur D et N diminuées	/	Meilleur score FIM Fatigue diminuée (score Nottingham) Différence significative échelle dépression
Alsouhibani 2019	Hypoalgésie induite par l'exercice	/	Diminution intensité après submersion pied -- CPM après exercice	PPT augmenté Q et TS	/
Maharaj 2018	Hypoalgésie induite par l'exercice	/	Pain score amélioré à 6 et 12S	/	/

Chuganji 2016	Hyperalgésie réduite groupe Im+Ex	/	Production bêta-endorphine hypothalamus et mésencéphale groupe Im+Ex		/
Farzad 2018	Hyperalgésie mécanique et thermique diminuée :	Allodynie froid et tactile inférieures groupe CCISW (3 ^{ème} et 4 ^{ème} S)	Irisine plus élevée J33 Réduction empêchée GAD65	Seuils de retrait augmentés	/
Jones 2019	Hypoalgésie induite par exercice	/	Intensité douloureuse diminuée	Seuil retrait augmenté DF et Modérée TA	Anxiété réduite post-exercice Caractère désagréable douleur diminuée
Rizo 2019	/	/	Intensité douleur moindre	PPT plus élevé extrémités MI et côté controlatéral	Incapacité fonctionnelle du cou améliorée Score GRCS amélioré après formation

Tableau 6 : synthèse des résultats

❖ Critères de jugement secondaires					
❖ Comparaison					
Intensité douloureuse		PPT		QV et sphère psycho-comportementale	
Convergences	Divergences	Convergences	Divergences	Convergences	Divergences
Baisse Score EVA des patients, au moment et quotidienne Diminution Symptômes D Effet anti-inflammatoire EA	Baisse Douleurs (D+) aux mouvements d'épaule et main/poignet (2) Amélioration œdème, température et asymétrie (2) .Accoutumance modifiée dans l'eau chaude : Anti-nociception (6)	Augmentation Seuil pression à la douleur Baisse sensibilité des nocicepteurs .Amélioration vitesse conduction nerfs .Augmentation densité tissus (FN, ramifications) .Augmentation bêta-endorphine groupe Ex /Im (5)	.Seulement MI pour exos chroniques (1) .Observation sur sites exercés montre une adaptation locale (1) Diminution CPM après exercice en lien avec EIH systémique (3) Diminution Expression irisine et GAD65 ME (6)	Diminution Fatigue Amélioration QV et retour aux activités antérieures	.Echelle dépression Beck, groupe UEAE score moins élevé que ST(2) .Score FIM plus élevé groupe UEAE (2) Moindre Invalidité après chirurgie (7) Score NDI amélioré (3,5 points)

NB : Les chiffres entre parenthèses correspondent aux numéros des articles de notre RSL.

Tableau 7 : Résultats sur les outcomes secondaires

3.4 Résultats de l'évaluation méthodologique des études

L'utilisation de l'échelle Pedro et de la grille McMaster nous a permis d'analyser de manière synthétique, l'aspect qualitatif des différents articles.

- ❖ Description article par article des différentes limites méthodologiques retenues

Dans l'ensemble, nos 8 articles sont bien construits d'un point de vue méthodologique. Cependant, nous avons pu soulever 4 limites mineures qui peuvent réduire la fiabilité de nos résultats. Comme énoncé dans le tableau ci-dessous, certains papiers décrivent un nombre de mesures (pour les critères de jugements) restreint. De plus, certains articles ne décrivent pas la mesure de la taille d'échantillon afin de nous renseigner sur la puissance de l'étude. Les résultats de 2 études manquent de clarté et il est difficile de comprendre l'ensemble des informations. Enfin, il peut exister un biais de mesure dans 3 articles par manque de renseignements sur l'insu des patients et experts réalisant l'intervention.

Etude	Biais relevés	Notes PEDRO
Hakansson 2018	Mesure : <ul style="list-style-type: none"> • Répartition des groupes pas en aveugle mais pris en compte • Experts pas en aveugle 	9/11
Topcuoglu 2016	Fiabilité : <ul style="list-style-type: none"> • Clarté sur puissance étude • Clarté taille effet significatif 	10/11
Alsouhibani 2019	/	11/11
Maharaj 2018	/	11/11
Chuganji 2016	Fiabilité : <ul style="list-style-type: none"> • Manque clarté sur puissance étude et taille effet Mesure : <ul style="list-style-type: none"> • Groupe contrôlé limité • Identification / critères jugement Limites : <ul style="list-style-type: none"> • Manque de détails 	9/11
Farzad 2018	/	11/11
Jones 2019	Allocation :	8/11

	<ul style="list-style-type: none"> • Manque informations sur l'insu des patients et intervenants (pour utilisation algomètres) 	
Rizo 2019	Mesures : <ul style="list-style-type: none"> • Manque de schémas explicatifs • Difficulté à retrouver l'ensemble des informations 	9/11

Tableau 8 : Analyse des biais des études + score PEDRO

4 Discussion

4.1 Analyse et discussion des résultats par confrontation des études entre elles

Nous allons au travers de ce paragraphe, mettre en relation les différentes études afin de discuter des résultats. En effet, La mise en lien des 8 études sélectionnées pour notre RSL n'est pas des plus aisées. Cela peut s'expliquer par les disparités au niveau de la population étudiée, outils de mesure et interventionnel.

4.1.1 Résultats au sujet du critère principal

- ❖ Mise en relation des différents résultats sur l'outcome principal (surface d'hyperalgésie)

Comme énoncé dans la partie résultats, 3 articles principaux ont démontré une réduction significative de l'hyperalgésie et principalement de sa surface en lien avec l'exercice aérobique (course, natation). Cette réduction concerne à la fois l'hyperalgésie mécanique et thermique.

Ces études (Topcuoglu, 2016 ; Maharaj 2018 et Farzad, 2018) sont arrivées à ce résultat. Les études de Topcuoglu et al, 2016 et Farzad et al 2018) se complètent puisqu'elles démontrent une réduction de l'hyperalgésie mécanique à 4 semaines post-entraînement aérobique. Farzad et al, 2018 précise davantage et déduit que cette diminution de l'hyperalgésie mécanique se déclare plus tôt et de manière continue comparé à la diminution d'hyperalgésie thermique (plus tardive, 2 dernières semaines).

L'article de Maharaj et al, 2018 rejoint ces deux autres papiers mais démontre que cette hyperalgésie se réduit dans le temps et également à 6 et 12 semaines (effet à plus long terme).

Ce premier résultat est en accord avec les quelques papiers issus des bases de données. De plus, d'un point de vue neurophysiologique, cela peut s'expliquer par des mécanismes d'adaptabilité neuronale en lien avec la réduction de la sensibilité centrale du patient (production accrue de molécules analgésiques, régulation des voies algiques descendantes).

4.1.2 Discussion concernant les résultats sur les critères de jugement de secondaires

Notre deuxième résultat est une diminution de l'intensité douloureuse (aspect quantitatif). C'est en totale corrélation avec la littérature scientifique (Vincent et al., 2014) qui stipule que l'activité physique diminue considérablement les scores de douleur chez les patients.

C'est un résultat attendu qui peut s'expliquer par un effet anti-inflammatoire de l'exercice physique. En effet, la pratique sportive favorise la circulation sanguine, la production de molécules analgésiques (GABA, GAD65, irisine).

Chuganji et al, 2016 et Farzad et al, 2018 ont démontré une augmentation significative de molécules (neurotransmetteurs) analgésiques responsables d'une diminution de l'intensité du message douloureux. La première étude décrit une production augmentée de bêta-endorphine au sein de l'hypothalamus et du mésencéphale pour le groupe d'exercice à 8 semaines soit un mois en plus par rapport à l'autre étude.

Farzad et al, 2018 déduisent une augmentation d'Irisine un mois après le début de l'intervention.

Maharaj et al, 2018 et Hakansson et al, 2018 décrivent tous deux, une diminution des scores de douleur à 6 semaines et prolongée à 3 mois pour la première étude.

Notre troisième résultat est une augmentation du seuil de pression à la douleur (PPT). L'ensemble de nos articles sont arrivés à la même conclusion. Les auteurs énoncent que le mécanisme neurophysiologique le plus probable qui pourrait expliquer ce phénomène est le mécanisme de plasticité cérébrale. En effet, l'exercice physique provoque une amélioration de la vitesse de conduction nerveuse, des modifications des voies neuronales. Cela est responsable de la diminution de la sensibilité des nocicepteurs en lien avec la variation du seuil de pression à la douleur (et phénomène d'habituation des patients).

2 articles démontrent un temps d'intervention court (Jones et al, 2019 et Alsouhibani et al, 2019). Ils se rejoignent en démontrant que l'activité physique a entraîné une diminution de l'intensité douloureuse et une augmentation des seuils de pression à la douleur (adaptabilité des nocicepteurs et des voies douloureuses).

Notre quatrième résultat concerne l'amélioration de la qualité de vie et de la sphère psycho-comportementale.

Globalement, les résultats sont similaires suivant les littératures. Cela diffère dans l'utilisation des scores fonctionnelles, échelles de qualité de vie mais les conclusions concordent.

L'étude de Rizo et al, 2019 démontre une intensité à la douleur moindre, un seuil de pression à la douleur augmentée et des scores fonctionnels améliorés (complémentaire avec l'étude de Jones et al, 2019 et l'étude de Topcuoglu, 2016) où les scores de fatigue, dépression et anxiété dans les AVQ sont diminués et cela se prolonge dans le temps (3-6 mois).

Les auteurs disent que l'amélioration des scores de qualité de vie peut s'expliquer par le fait que l'exercice physique lutte contre l'isolement social (sport collectif). Par ailleurs, cela crée une fatigue générale du corps mais également la production d'endorphines.

Enfin, les facteurs émotionnels et motivationnels sont importants. Les patients voient leur douleur qui diminue. De plus, ils ressentent un bien-être en lien avec l'activité physique. Cela augmente de manière proportionnelle leur motivation au fur et à mesure du programme et explique donc l'amélioration des capacités fonctionnelles et scores de qualité de vie.

4.1.3 Mise en regard avec le cadre théorique et la littérature

Dans l'étude de (Hakansson et al, 2018), il existe des contrastes avec l'étude de O'Leary qui a déterminé que l'EIH était significatif après HIT et non après un exercice modéré. Cela peut s'expliquer par des différences d'intervention (durée d'exercice et type de stimuli : ischémique vs pression).

Notre étude était complémentaire avec 4 études sur le fait que le PPT est différent chez les personnes en surpoids (Price et al 2013, Tashani et al 2017) et suivant le sexe du patient (Naugle et al 2014 et Lemley et al 2016).

Afin d'être en lien avec la théorie, il est nécessaire de souligner que notre étude rejoint celle de Jones et al mais également de Galdino et al, Koltyn et al de 2013.

En effet, l'augmentation du PPT après un exercice aigu peut s'expliquer par modification de distribution de molécules dans le sang (facteurs analgésiques). De plus, en post-exercice aigu, il se produit une inhibition descendante plus efficace avec activation des systèmes opioïdes et cannabinoïdes et une réduction de la sensibilité centrale.

Dans l'étude de (Rizo et al, 2019), il a été démontré que l'occlusion du flux sanguin diminue l'EIH dans un membre. Cela peut s'expliquer par la non distribution des agents sanguins pendant l'activité physique (opioïdes, cannabinoïdes et catécholamines). Ainsi, les auteurs en ont conclu que ces neurotransmetteurs endogènes libérés pendant l'exercice physique agissent sur des récepteurs spécifiques et ont donc un effet plus important sur la douleur mécanique.

Jones et al (2019), en s'appuyant avec d'autres littératures, ont démontré qu'une heure d'exercice par semaine couplée à un minimum de flexibilité des patients, a un impact positif sur leur symptomatologie.

Par ailleurs, les auteurs décrivent que l'exercice excentrique induit un changement (médiation centrale) dans la sensibilité à la douleur par différents facteurs :

- Augmentation entraînement neuronal
- Adaptation neuronale (recrutement et synchronisation des unités motrices)
- Adaptation propriétés musculaires (couplage, viscoélasticité...)

Dans l'étude de (Chuganji et al, 2016), les auteurs ont décrit avec importance, le rôle des systèmes descendants dans la modulation de la douleur. La molécule bêta-endorphine est sécrétée par efférence hypophysaire vers PAG qui à son tour active les récepteurs opioïdes des neurones GABA et le système descendant. Cette molécule a été retrouvée en plus grande quantité chez le groupe d'exercice et peut expliquer l'HII.

Alsouhibani et al (2019) énoncent que la CPM (modulation de la douleur) est un mécanisme contribuant à l'EIH systémique. Cependant, il est nécessaire que la période d'intervention et ainsi d'élimination soit suffisante afin d'observé ce facteur-là.

L'étude de Maharaj et al sont en cohérence avec d'autres littératures au sujet du mécanisme de plasticité cérébrale. En effet, ils démontrent que l'activité physique et principalement la voie aérobique entraîne des modifications de chemins neurales, augmentation des sensations et une circulation accrue. Cela a pour conséquence le retard d'apparition de la douleur mais également de l'hypersensibilité tactile, allodynie et l'hyperalgésie mécanique.

De plus, les auteurs stipulent l'importance de la Noradrénaline. Celle-ci est augmentée de manière systémique durant l'effort grâce à une activité sympathique croissante au niveau surrénal. Ce neurotransmetteur peut inhiber GSK-3 β et induit une réduction de la libération de cytokines pro-inflammatoires (par la microglie et astrocytes).

Farzad et al (2018) se sont appuyés d'une étude antérieure (Albayrak et al) ou celle-ci énonce que le traitement par méthylprednisolone a pour effet d'augmenter de manière significative l'immunoréactivité de l'Irisine (ME). C'est à mettre en lien avec notre étude qui a démontré que cette la concentration de cette molécule augmente dans les groupes d'exercice par rapport aux groupes contrôles.

Ainsi, cela amène à réfléchir sur le concept de remplacer le traitement pharmacologique par traitement physique ou du moins de faire un lien entre les 2.

Par ailleurs, les auteurs décrivent une corrélation entre le GABA et le GAD65. Rappelons que le GABA joue un rôle dans le contrôle de la douleur par mécanisme d'inhibition des signaux nociceptifs. Une autre étude a démontré que la protéine kinase C est activée par l'exercice et qu'elle régule GAD65 par mécanisme de phosphorylation. Cela entraîne la synthèse du GABA (neurotransmetteur).

Enfin, il se trouve être important de citer les différents effets du SDRC au niveau

corporel (étude de Topcuoglu et al, 2016) :

« Bien que le mécanisme du SDRC ne soit pas entièrement connu aujourd'hui, l'inflammation neurogène (réponse exagérée dans le système nerveux central), la sensibilisation nociceptive (qui provoque une sensibilité extrême ou une allodynie), le dysfonctionnement vasomoteur (problèmes de circulation sanguine qui provoquent un gonflement et une décoloration), la neuroplasticité inadaptée (où le cerveau change et s'adapte aux signaux de douleur constants) et l'hyperactivité du système sympathique (qui provoque une réponse inflammatoire entraînant des spasmes des vaisseaux sanguins et donc davantage de douleur, de gonflement, de transpiration ou de chair de poule) jouent un rôle important ».

Le SDRC, par mécanisme d'inflammation entraîne la libération de TNF alpha, IL-6, tryptase etc... lors des premiers signes.

L'exercice régule la prolifération de ces molécules par différentes actions :

- Libération endorphines (médiateurs)
- Changements hormonaux
- Augmentation du flux sanguin
- Rétroaction périphérique et centrale

Cela permet ainsi de comprendre l'utilité des programmes d'activité physique sur les réactions moléculaires entraînées par le SDRC.

Dans un second temps, les auteurs ont démontré que l'exercice aérobie entraîne une amélioration des fonctions sensori-motrices. L'induction d'un mouvement réciproque et l'apprentissage moteur permettent l'amélioration des capacités fonctionnelles. Ensuite, ils décrivent un dernier point concernant le lien entre l'exercice aérobie et la qualité de vie. L'activité physique a amélioré la fonction des patients, diminué la fatigue et l'isolement social. De plus, la sphère émotionnelle a été nettement améliorée.

Une autre étude complémentaire (Sculco et al) a démontré une amélioration significative de l'humeur chez des patients avec douleurs lombaires après un exercice d'aérobie. C'est en lien avec notre étude où la fréquence de dépression a diminué, le bien-être et la durée + qualité du sommeil se sont améliorés.

Enfin, notre étude s'est appuyée sur une méta-analyse qui évalue le rôle de l'exercice aérobie sur la dépression et maladies psychiatriques. Elle complète notre étude actuelle en démontrant que cela provoque des effets bénéfiques multifactoriels :

- Biochimiques (monoamines, endorphine et encéphaline)

- Physiologiques (modèle thermogénique)
- Psychosociaux (traitement par mouvement planifié).

4.2 Limites rencontrées

Au sein de notre revue de la littérature, nous avons rencontré quelques difficultés.

Tout d'abord, notre travail n'a pas interrogé la littérature avant 2015. Cela peut s'expliquer par la volonté de sélectionner les papiers scientifiques dont les informations tirées sont les plus récentes.

2 études (Chuganji et al, Farzad et al) décrivent une population animale. D'un point de vue clinique, cela reflète d'une limite non négligeable qui peut biaiser la validité et applicabilité de nos résultats. Elle est justifiée par l'aspect novateur de cette thématique de recherche.

Pour continuer, dans 5 articles sur 8 inclus, la surface d'hyperalgésie est peu souvent le critère de jugement principal. Les différents auteurs se consacraient davantage au seuil de pression à la douleur ou son aspect quantitatif. En effet, ils ont réalisé de nombreux liens au sein des discussions entre l'aspect théorique, les critères mis en avant et donc la surface d'hyperalgésie. Cependant, ce n'était pas le critère directeur. Les résultats et liens avec l'intervention ont donc été plus décrits pour nos critères de jugement secondaires.

Par ailleurs, dans notre analyse d'articles, il a été quelques fois difficile de comparer les différents types d'intervention. En effet, nous n'avons mis aucune contrainte à ce sujet dans nos critères d'inclusion. Mais, la mise en comparaison entre les modalités d'exercice aérobie (endurance) et anaérobie (effort intensif) est toutefois difficile de par l'hétérogénéité des modalités d'intervention.

Néanmoins, cela nous a permis de mettre en opposition les différentes formules d'exercice :

- ❖ Effort de longue durée et création de fibre de type I : natation, vélo...
- ❖ Efforts intensifs et de courte durée par stimulation de fibres de type II : renforcement musculaire localisé

Ainsi, les différentes informations collectées peuvent donner suite à des pistes de réflexion sur la mise en place d'un programme d'entraînement spécifique dans une PEC de patients avec des pathologies entraînant des douleurs aux zones hyperalgiques.

La limite suivante concerne la validité des résultats. De façon récurrente, nos résultats sont limités à la post-intervention. 1 seule étude décrit des résultats 3 à 6 mois après l'intervention. Cela freine l'extrapolation des effets à long terme.

De plus, nous avons pu identifier une quatrième limite moindre mais qui a été présente dans 2 études sur 8.

L'analyse méthodologique des études de (Chuganji et al., 2015 ; Heredia-Rizo et al., 2019) nous ont permis de relever un manque de clarté et d'indentification des résultats par rapport aux différents critères de jugement.

En effet, Cela a été difficile de retrouver la synthèse des informations afin de déterminer les différents résultats (manque de schémas, tableaux...).

Enfin, les études de (Heredia-Rizo et al., 2019; M. D. Jones et al., 2019; Topcuoglu et al., 2015) ont présenté seulement 2 moments de mesure (en pré et post-intervention) afin d'évaluer l'effet de l'intervention sur les différents critères de jugement. C'est une limite méthodologique nécessaire à prendre en compte qui influe sur la fiabilité des différentes études.

4.2.1 Limites méthodologiques

4.2.1.1 Validité interne

❖ Population

○ Biais de sélection

Globalement, la méthode de sélection repose sur un consentement libre et écrit pour réaliser l'étude. Les patients, par principe de volontariat, ont décidé ou non de participer à l'intervention. L'ensemble des études ont été réalisé dans le respect des règles appliquées par les comités d'Ethique et en accord avec l'ensemble des déclarations. Cela peut potentiellement s'avérer être un biais de sélection qui peut s'expliquer par le fait que les patients volontaires sont davantage motivés et suscitent un intérêt vis-à-vis de l'étude. Cela peut donc présumer avoir une influence sur les résultats.

Il se trouve être un biais difficile à contrôler. En effet, la plupart des sujets sélectionnés sont issus de centres spécialisés, enseignes universitaires... L'accessibilité à la population est restreinte malgré qu'il serait intéressant d'obtenir des patients présentant des symptômes et non dévoués afin d'analyser l'influence de ce facteur sur les résultats d'étude.

Les études de (Chuganji et al., 2015; Farzad et al., 2018) n'ont pas eu cette contrainte-là car la population cible se trouve être des animaux. Ils ont été sélectionnés d'une manière aléatoire respectivement par les laboratoires de Kubo et par une université de Science Médicales.

- Taille échantillon et perte de sujets

Comme énoncé dans la partie relative aux futures recherches, les études de (Alsouhibani et al., 2019; Hakansson et al., 2018; Heredia-Rizo et al., 2019) ont présenté une taille d'échantillon faible. Il est nécessaire d'avoir des échantillons de plus grande échelle afin d'avoir des résultats représentatifs vis-à-vis de la population. Cela peut influencer le caractère « statistiquement significatif » des résultats si l'échantillon est trop petit.

- ❖ Intervention et mesures

La répartition et standardisation des différentes interventions est d'un bon aspect méthodologique (les différents groupes d'exercice). La description des protocoles d'entraînement comparativement aux groupes contrôles a été faite avec distinction.

Concernant les mesures, 2 études (Heredia-Rizo et al., 2019; M. D. Jones et al., 2019) ont révélé un manque de mesures au cours des interventions (intermédiaires).

Toutes les études y compris ces deux-là effectuent des mesures en pré et post intervention. Cependant, il aurait été intéressant de réaliser des mesures intermédiaires au sein de ces 2 études afin d'évaluer l'évolution des symptômes des patients et également l'efficacité du programme d'entraînement.

- Outils de mesure

Les outils de mesures utilisés pour les différents critères de jugement sont les suivants :

La surface d'hyperalgésie est mesurée en surface (cm²). Cette mesure faite dans les différentes interventions est examinateur dépendant. Ainsi, il se peut que cette mesure

manque de précision selon différents facteurs internes (état psychosomatique du patient, sensibilité, état physique...) ou externes (localisation de la mesure, température, mouvements des outils...).

Les seuils de pression à la douleur sont évalués dans l'ensemble des études à l'aide d'un algomètre. Ce sont respectivement, des outils validés et fiables mais qui restent à l'heure d'aujourd'hui, coûteux. Nous pouvons citer une étude dont le but était d'évaluer la validité instrumentale mais aussi la fiabilité intra et inter-examineurs d'un algomètre à pression. En mesurant la force maximale de pointe (kPa) et le seuil de douleur à la pression, cette étude a démontré que la validité intra-juges était comprise entre 0,84 et 0,99. Les auteurs ont donc conclu que les mesures présentent un faible risque de biais et que cet outil apporte des mesures valides et fiables au sujet du seuil de douleur à la pression.

Cependant, nous avons pu voir que dans les études de (Alsouhibani et al., 2019; M. D. Jones et al., 2019), les informations relevées pouvaient être influencés par la vitesse d'application ou une pression discontinue supervisée par une personne extérieure.

L'aspect quantitatif de la douleur a été pris en compte par le biais d'EVA ou EN. Très utilisé par l'ensemble des professionnels de santé, cette échelle d'auto-évaluation a prouvé de sa fiabilité et validité quand il s'agit de coter la douleur (Alghadir et al., 2018; Chiarotto et al., 2019)

Enfin, le dernier critère de jugement était la qualité de vie. En effet, les différents auteurs ont utilisé des échelles comme par exemple SF-36 ou également des scores sur la fatigue influant ainsi la qualité de vie (score de Nottingham).

L'étude de (Yarlas et al., 2018) est une revue systématique de la littérature dont l'objectif était de « effectuer une RSL sur la fiabilité et validité conceptuelle du SF36 chez les patients atteints de colite ulcéreuse ».

Cette revue a démontré que l'échelle SF-36 a montré des preuves (coefficient alpha de Cronbach supérieur à 0,70) pour l'ensemble des échelles et que le coefficient de corrélation intra classe était également supérieur à 0,70.

Ainsi, cette échelle est valide fiable et peut donc être utilisé comme critère d'évaluation dans différentes études.

4.2.1.2 Validité externe

❖ Critère d'inclusion et d'exclusion

L'ensemble des critères d'exclusion au sein des différentes études correspondent à des contre-indications qu'elles soient relatives ou absolues à la pratique d'une activité physique. De plus, certaines de nos études ont introduit au sein de leurs critères d'exclusion des antécédents de pathologies telles que cardiaques, pulmonaires, viscérales etc...

(Heredia-Rizo et al., 2019) ont exclu les patients ayant reçu des traitements médicamenteux et/ou physique dans les mois précédents. La mise en place des critères d'exclusion permet de limiter les biais et ainsi renforcer la validité interne des études (puissance...).

Par ailleurs, en réduisant le nombre de sujet, cela peut porter atteinte à la représentativité de la population et donc conclure sur la taille d'effet.

❖ Représentativité de l'échantillon

La question de représentativité de l'échantillon est étroitement corrélée aux critères d'exclusion et d'inclusion des sujets dans l'étude.

En effet, les études de (Alsouhibani et al., 2019; Hakansson et al., 2018; Heredia-Rizo et al., 2019) n'ont pas pu conclure sur la généralisation des résultats car la taille d'échantillon était trop faible. Ainsi, il faut moduler les critères d'exclusion afin que les résultats des différentes interventions puissent être étendus à une plus vaste population.

4.3 Perspectives

Nous allons décrire au sein de cette partie, les pistes de réflexion futures que l'on préconise afin de compléter notre revue et éclaircir certains points. Ces perspectives ont pour but de répondre aux limites énoncées ci-dessus. Elles seront utiles afin d'argumenter sur les notions peu ou non traitées en apportant des réponses potentielles à notre question de recherche.

4.3.1 Pistes de recherches futures

Pour rappel, notre critère de jugement principal était la mesure de surface

d'hyperalgésie (cm²). La majorité des auteurs des différentes études ont consacré leur analyse sur nos critères de jugement secondaires : seuil de pression à la douleur, quantification de la douleur, allodynie et répercussions fonctionnelles (qualité de vie...). Ainsi, nous préconisons de nouvelles études en utilisant comme critère de jugement principal la mesure de surface d'hyperalgésie. Cette dernière peut être mesurée en comparant 2 types d'activité physique ou simplement entre l'activité physique et un traitement conventionnel tel que la physiothérapie ou l'utilisation d'antalgiques.

D'un point de vue méthodologique, il serait intéressant d'effectuer des études supplémentaires afin d'apporter davantage de fiabilité aux résultats trouvés. En effet, les études de (Hakansson et al., 2018; M. D. Jones et al., 2019) ont souligné que les experts ont réalisé les interventions sans se trouver en aveugle. Cela a pu influencer les résultats et donc apporté des biais de mesure. Les experts dans l'étude de (M. D. Jones et al., 2019) ont utilisé des algomètres manuels qui ont pu avoir une influence sur les PPT (accélération ou ralentissement de la vitesse d'application). D'autres études peuvent éviter cela en utilisant des algomètres automatisés ou numériques (feedback d'informations) dans le but d'appliquer une pression constante.

Dans l'optique de réaliser des futures recherches, il peut être judicieux d'entreprendre des études afin de comparer les différents types d'exercice avec la prise de traitement médicaux. Il est vrai, les études de (Farzad et al., 2018; M. D. Jones et al., 2019; Maharaj & Yakasai, 2018) que la combinaison de ces 2 traitements peut être sujet à une réadaptation efficace. Les auteurs se questionnent au sujet de la libération des opioïdes et cannabinoïdes durant l'exercice et leur action sur des récepteurs spécifiques aux nocicepteurs. (M. D. Jones et al., 2019) stipulent l'hypothèse d'une action plus efficace de ces antalgiques. Cependant, (Maharaj & Yakasai, 2018) seraient davantage favorable dans une autre étude à la réduction/interruption des analgésiques pendant les programmes d'exercice afin que l'objectif à long terme soit celui de privilégier le traitement physique :

- ❖ Limitation des effets indésirables
- ❖ Réduction des problèmes de santé publique

(Chuganji et al., 2015) démontrent que d'autres opioïdes endogènes et NT autres que la bêta-endorphines participent également au système descendant de modulation de la douleur. D'autres études doivent être réalisées afin d'expliquer plus en détails le

mécanisme neurophysiologique par lequel l'exercice sur tapis roulant réduit l'HII.

(Farzad et al., 2018) proposent d'effectuer des futures recherches afin de mesurer le taux de concentration de l'irisine et de P2X3 au sein des tissus autre que la ME (liquide céphalo-rachidien, tissus nobles...). De plus, les auteurs ont démontré que l'activité physique a une influence sur rôle de l'irisine et de P2X3 au sein du SN. D'autres études sont nécessaires afin d'expliquer cette diminution et expression à plus long terme.

Les études de (Alsouhibani et al., 2019; Hakansson et al., 2018; Heredia-Rizo et al., 2019) ont notifié qu'il serait intéressant de réaliser d'autres études avec une taille d'échantillon plus importante afin d'extrapoler les résultats à une échelle plus grande. (Alsouhibani et al., 2019) énoncent que la taille d'échantillon qui ont eu une réponse d'hypoalgésie (expliquée par faible intensité et courte durée de l'exercice) suite à l'exercice est petite. Par ailleurs, les résultats de cette étude ne peuvent être généralisés qu'à de jeunes adultes en bonne santé. Les auteurs préconisent de compléter cette étude en incluant des patients avec des douleurs chroniques afin de juger des potentielles similarités des résultats.

(Hakansson et al., 2018) ont réalisé une étude consacrée à des hommes en surpoids. Il fut donc également impossible de comparer les résultats aux femmes ou à la population générale.

(Heredia-Rizo et al., 2019) ont notifié une faible taille d'échantillon et une nécessité de porter attention pour les prochaines études à ne pas que les résultats puissent être influencés par un effet d'apprentissage d'exercice mais également par les caractéristiques psychosociales des sujets.

La dernière ouverture des auteurs concerne les modalités liées à l'intervention. (Alsouhibani et al., 2019) discutent de la différence d'amplitude la RPC après période d'élimination. De plus, ils souhaitent être complété par des études avec une durée d'exercice connue qui peut se construire de 2 façons :

- Jusqu'à échec de la tâche
- Exercice aérobique

(Hakansson et al., 2018) ont été les premiers auteurs à développer une étude sur l'effet de l'exercice aérobique (aigu et chronique) sur le PPT chez des adultes indolores. Une autre étude pourrait venir compléter celle-ci en différenciant certains paramètres. Le

premier concerne l'intervention. Les auteurs pourraient modifier l'intensité et la durée des intervalles de récupération à faible et forte intensité. Le deuxième concerne les temps de mesure d'évaluation de la douleur. Cela permettrait de comprendre si le RIH après un HIIT aigu varie en fonction des périodes d'exercice à forte ou faible intensité.

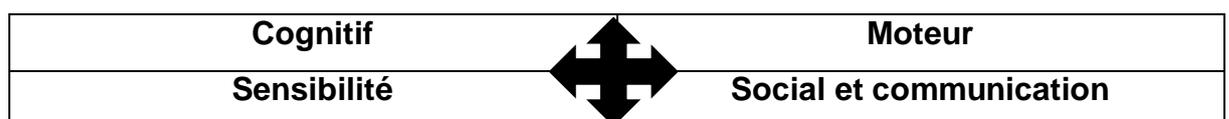
(Heredia-Rizo et al., 2019) notifient qu'il est nécessaire de revoir le cadre au niveau de l'intervention. En effet, les scores de base pour le NDI et le DASH (« handicap léger » et « pas de problème pour travailler ») n'ont pas été évalués pendant le suivi. Par ailleurs, 2 facteurs que sont l'exposition liée au travail et le niveau d'activité physique des patients en général n'ont pas été évalués et mesurés.

Enfin, les auteurs soulignent la pertinence pour une étude future sur l'évaluation de l'impact d'un programme d'entraînement bilatéral, l'efficacité d'exercices excentriques puis établir des résultats différents entre TSP et CPM avec des stimuli autre que mécaniques.

4.3.2 Notion de qualité de vie

Afin de compléter la partie relative aux discussions sur les critères de jugements, nous allons argumenter sur la notion de qualité de vie. L'OMS définit ce terme comme « *la perception qu'un individu a de sa place dans la vie, dans le contexte de la culture et du système de valeurs dans lequel il vit, en relation avec ses objectifs, ses attentes, ses normes et ses inquiétudes. C'est donc un concept très large qui peut être influencé de manière complexe par la santé physique du sujet, son état psychologique et son niveau d'indépendance, ses relations sociales et sa relation aux éléments essentiels de son environnement* » (Évaluation des technologies de santé à la HAS, s. d.)

C'est un critère primordial à évaluer afin d'assurer une prise en soins satisfaisante du patient. Les échelles de qualité de vie reposent sur différents points :



En effet, pour corrélérer cela avec notre intervention de pratique sportive, il est vrai qu'elle n'influence non seulement la symptomatologie liée à la douleur mais également ces facteurs-là.

C'est une dimension nécessaire à évaluer afin de compléter des mesures objectives et donc conclure sur les impacts bio-psycho-sociaux d'une pathologie ou d'une intervention en santé vis-à-vis du patient.

Ainsi, nous supposons qu'il serait intéressant, par le biais d'études complémentaires, de mettre en avant la qualité de vie afin de juger sur quel aspect, l'activité physique est positive. Cela serait utile pour nous, professionnels de santé, afin d'améliorer notre raisonnement clinique et donc notre vision du soin.

4.3.3 Lien d'un point de vue pratique

De par son importance dans la prise en soins et son caractère subjectif, la douleur est une notion phare à prendre en compte par le masseur-kinésithérapeute. Il est nécessaire d'avoir une prise en soins globale du patient avec une vision bio-psycho-sociale. Pour cela, l'anamnèse et le bilan diagnostique kiné (BDK) sont essentiels afin de déterminer avec précision l'environnement, les attentes et objectifs du patient. En tant que professionnel de santé, nous devons promouvoir une attitude exemplaire afin de créer un climat de confiance avec le patient (prise en compte de la douleur physique mais également morale).

La deuxième notion de notre problématique concerne l'activité physique qu'elle soit aérobie ou non aérobie. Nous devons motiver le patient afin de le rendre acteur de sa rééducation pour que la prise en charge soit une réussite. Le plan de soin et l'élaboration des objectifs doivent être un accord commun entre professionnel et patient.

1 revue systématique de la littérature (Lubans et al., 2016) et une méta-analyse (Kapsal et al., 2019) ont déterminé un lien étroit entre l'activité physique et la santé mentale des sujets.

L'étude de (Lubans et al., 2016) a relevé que les mécanismes étudiés étaient pour 6 études, neurobiologiques, psychosociaux pour 18 études et comportementaux pour seulement 2 études. Les preuves ont été apportées pour la perception physique et l'amélioration de l'estime de soi.

La méta-analyse de (Kapsal et al., 2019) vient compléter et appuyer les arguments au sujet de l'effet de l'activité physique sur la santé psychosociale des sujets. 109 études sélectionnées ont pu apporter comme résultats statistiquement significatifs un effet bénéfique et positif sur la santé mentale des sujets.

Les auteurs des deux études ont permis de compléter nos propos au sujet de

l'influence de la sphère mentale sur les mécanismes neurophysiologiques.

La sensibilisation à la douleur est un phénomène complexe qui s'explique par des cascades moléculaires. Suivant si la santé mentale des sujets est plutôt positive ou non, les facteurs biologiques, psychosociaux et comportementaux entrent en jeu et viennent perturber la physiologie des patients.

A présent, il est important de souligner la variété des types d'exercice à prendre en compte pour la prise en soins des patients et dont nous avons tenu compte au sein de notre travail de recherche. C'est par la rigueur que nous mettons dans la réalisation du bilan, que nous allons établir un plan de soins adapté pour les patients (en séance et à domicile). Nous allons moduler les programmes d'exercice en fonction des capacités, objectifs, préférences et douleurs des personnes.

Dans certaines de nos études, nous avons remarqué que les auteurs ont notifié comme limites que le suivi des patients (niveau sportif, activité extérieure...) n'était pas totalement pris en compte. Ainsi, cela a pu influencer les résultats, important à noter afin de discuter d'un point de vue pratique kiné.

Afin d'appuyer nos propos, nous pouvons citer l'étude de (Anthony et al., 2021) qui explique les « *recommandations des traitements kinésithérapiques pour la prise en charge des patients présentant une pathologie impliquant la douleur* »

Les auteurs ont pu déduire par leur analyse que suivant les attentes et objectifs du patient, il est dans les recommandations de motiver le patient à réaliser régulièrement des exercices actifs. Il faut être basé sur l'aspect fonctionnel couplé à l'éducation afin d'améliorer les symptômes.

C'est une prise en charge globale afin d'améliorer la qualité de vie d'une manière durable (critère pris en compte).

5 Conclusion

En somme, ce travail d'initiation à la recherche nous a permis de comprendre le concept de sensibilisation à la douleur en le reliant à la pratique d'activité physique. Nous avons observé que l'activité physique modifie positivement les paramètres de la douleur (hyperalgésie, cotation de la douleur, seuil de pression à la douleur) et entraîne une amélioration des capacités fonctionnelles des patients (qualité de vie, sphère psycho-sociale). Cependant, les effets de l'activité physique sur l'allodynie restent en suspens et nécessitent davantage de recherches afin d'apporter une réponse.

Nous devons en tant que professionnel de santé et plus spécifiquement masseur-kinésithérapeute, y porter attention sur toute la durée de rééducation du patient. En effet, le phénomène de sensibilisation est très souvent lié à la chronicité de la douleur. C'est pourquoi, il est nécessaire d'avoir déterminé la problématique, objectifs et attentes du patient afin d'ajuster notre plan de soins et d'évaluer le patient dans sa globalité. Cela pourra permettre de mieux appréhender les douleurs des patients et donc atteindre les objectifs de prise en charge plus précocement.

D'un point de vue personnel, ce travail m'a permis de faire une mise en critique de ma pratique kinésithérapique. En effet, mon parcours de formation m'a aidé à me construire une identité professionnelle en santé par l'acquisition de connaissances et compétences. Par ailleurs, cette revue de la littérature m'a aidé à prendre conscience des différents critères (objectifs et subjectifs) lors d'une évaluation clinique d'un patient. Elle m'a aidé à construire une vision du soin différente afin de comprendre les ressentis des patients (symptômes, sensations).

Ce phénomène de sensibilisation, étant complexe, il est nécessaire de l'appréhender par le biais d'un BDK complet. Cela passe donc avant tout en établissant une relation de soins avec le patient afin d'en discerner toutes les caractéristiques (biologiques mais aussi psychiques).

En conséquence, ce travail m'a indiqué qu'il ne fallait pas seulement se concentrer sur la symptomatologie « physique » mais également sur les sphères mentales et sociales du patient.

6 Références bibliographiques

- Aho, T., Mustonen, L., Kalso, E., & Harno, H. (2020). Douleur Neuropathique 4 (DN4) stratifies possible and definite neuropathic pain after surgical peripheral nerve lesion. *European Journal of Pain (London, England)*, *24*(2), 413-422. <https://doi.org/10.1002/ejp.1498>
- Alfonsin, M. M., Chapon, R., de Souza, C. A. B., Genro, V. K., Mattia, M. M. C., & Cunha-Filho, J. S. (2019). Correlations among algometry, the visual analogue scale, and the numeric rating scale to assess chronic pelvic pain in women. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology: X*, *3*, 100037. <https://doi.org/10.1016/j.eurox.2019.100037>
- Alghadir, A. H., Anwer, S., Iqbal, A., & Iqbal, Z. A. (2018). Test-retest reliability, validity, and minimum detectable change of visual analog, numerical rating, and verbal rating scales for measurement of osteoarthritic knee pain. *Journal of Pain Research*, *11*, 851-856. <https://doi.org/10.2147/JPR.S158847>
- Alsouhibani, A., Vaegter, H. B., & Hoeger Bement, M. (2019). Systemic Exercise-Induced Hypoalgesia Following Isometric Exercise Reduces Conditioned Pain Modulation. *Pain Medicine (Malden, Mass.)*, *20*(1), 180-190. <https://doi.org/10.1093/pm/pny057>
- Anthony, D., Sébastien, M., & Théo, C. (2021). Synthèse des recommandations de traitements kinésithérapiques pour la prise en charge de patients présentant une pathologie impliquant de la douleur. *Douleurs : Évaluation - Diagnostic - Traitement*, *22*(4), 163-174. <https://doi.org/10.1016/j.douler.2021.06.007>
- Baron, R., Binder, A., & Wasner, G. (2010). Neuropathic pain: Diagnosis, pathophysiological mechanisms, and treatment. *The Lancet. Neurology*, *9*(8), 807-819. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(10\)70143-5](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(10)70143-5)

- Basbaum, A. I., Bautista, D. M., Scherrer, G., & Julius, D. (2009). Cellular and molecular mechanisms of pain. *Cell*, 139(2), 267-284. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2009.09.028>
- Bermejo-Cantarero, A., Álvarez-Bueno, C., Martínez-Vizcaino, V., García-Hermoso, A., Torres-Costoso, A. I., & Sánchez-López, M. (2017). Association between physical activity, sedentary behavior, and fitness with health related quality of life in healthy children and adolescents : A protocol for a systematic review and meta-analysis. *Medicine*, 96(12), e6407. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000006407>
- Bouhassira, D., Attal, N., Alchaar, H., Boureau, F., Brochet, B., Bruxelle, J., Cunin, G., Fermanian, J., Ginies, P., Grun-Overdyking, A., Jafari-Schlupe, H., Lantéri-Minet, M., Laurent, B., Mick, G., Serrie, A., Valade, D., & Vicaut, E. (2005a). Comparison of pain syndromes associated with nervous or somatic lesions and development of a new neuropathic pain diagnostic questionnaire (DN4). *Pain*, 114(1-2), 29-36. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2004.12.010>
- Bouhassira, D., Attal, N., Alchaar, H., Boureau, F., Brochet, B., Bruxelle, J., Cunin, G., Fermanian, J., Ginies, P., Grun-Overdyking, A., Jafari-Schlupe, H., Lantéri-Minet, M., Laurent, B., Mick, G., Serrie, A., Valade, D., & Vicaut, E. (2005b). Comparison of pain syndromes associated with nervous or somatic lesions and development of a new neuropathic pain diagnostic questionnaire (DN4). *Pain*, 114(1-2), 29-36. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2004.12.010>
- Bouhassira, D., Attal, N., Fermanian, J., Alchaar, H., Gautron, M., Masquelier, E., Rostaing, S., Lanteri-Minet, M., Collin, E., Grisart, J., & Boureau, F. (2004). Development and validation of the Neuropathic Pain Symptom Inventory. *Pain*, 108(3), 248-257. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2003.12.024>
- Brazier, J. E., Harper, R., Jones, N. M., O'Cathain, A., Thomas, K. J., Usherwood, T.,

& Westlake, L. (1992). Validating the SF-36 health survey questionnaire : New outcome measure for primary care. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, *305*(6846), 160-164. <https://doi.org/10.1136/bmj.305.6846.160>

Cantarero-Villanueva, I., Fernández-Lao, C., Fernández-de-Las-Peñas, C., López-Barajas, I. B., Del-Moral-Ávila, R., de la-Llave-Rincón, A. I., & Arroyo-Morales, M. (2012). Effectiveness of water physical therapy on pain, pressure pain sensitivity, and myofascial trigger points in breast cancer survivors : A randomized, controlled clinical trial. *Pain Medicine (Malden, Mass.)*, *13*(11), 1509-1519. <https://doi.org/10.1111/j.1526-4637.2012.01481.x>

Chiarotto, A., Maxwell, L. J., Ostelo, R. W., Boers, M., Tugwell, P., & Terwee, C. B. (2019). Measurement Properties of Visual Analogue Scale, Numeric Rating Scale, and Pain Severity Subscale of the Brief Pain Inventory in Patients With Low Back Pain : A Systematic Review. *The Journal of Pain*, *20*(3), 245-263. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2018.07.009>

Chuganji, S., Nakano, J., Sekino, Y., Hamaue, Y., Sakamoto, J., & Okita, M. (2015). Hyperalgesia in an immobilized rat hindlimb : Effect of treadmill exercise using non-immobilized limbs. *Neuroscience Letters*, *584*, 66-70. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2014.09.054>

Cohen, S. P., & Mao, J. (2014). Neuropathic pain : Mechanisms and their clinical implications. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, *348*, f7656. <https://doi.org/10.1136/bmj.f7656>

Dean, D. J., Sabagha, N., Rose, K., Weiss, A., France, J., Asmar, T., Rammal, J.-A., Beyer, M., Bussa, R., Ross, J., Chaudhry, K., Smoot, T., Wilson, K., & Miller, J. (2020). A Pilot Trial of Topical Capsaicin Cream for Treatment of Cannabinoid Hyperemesis Syndrome. *Academic Emergency Medicine: Official Journal of the Society for Academic Emergency Medicine*, *27*(11), 1166-1172.

<https://doi.org/10.1111/acem.14062>

Douleur. (s. d.). Inserm - La science pour la santé. Consulté 30 janvier 2021, à l'adresse <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/douleur>

Douleur aiguë, chronique—Douleur. (s. d.). Consulté 6 mai 2021, à l'adresse <https://www.e-cancer.fr/Patients-et-proches/Qualite-de-vie/Douleur/Douleur-aigue-chronique>

Douleur Chronique : Chiffres-clés - Institut Analgesia. (s. d.). *Analgesia*. Consulté 30 janvier 2021, à l'adresse <https://www.institut-analgesia.org/la-douleur-chronique/chiffres-cles-douleur-chronique/>

Echelle de Depression de BECK | PDF | Bien-être | Médical. (s. d.). Scribd. Consulté 7 janvier 2022, à l'adresse <https://fr.scribd.com/doc/216568136/Echelle-de-Depression-de-BECK>

Évaluation des technologies de santé à la HAS : Place de la qualité de vie. (s. d.). Haute Autorité de Santé. Consulté 20 novembre 2021, à l'adresse https://www.has-sante.fr/jcms/c_2883073/fr/evaluation-des-technologies-de-sante-a-la-has-place-de-la-qualite-de-vie

Farzad, B., Rajabi, H., Gharakhanlou, R., Allison, D. J., Hayat, P., & Jameie, S. B. (2018). Swimming Training Attenuates Allodynia and Hyperalgesia Induced by Peripheral Nerve Injury in an Adult Male Rat Neuropathic Model : Effects on Irisin and GAD65. *Pain Medicine (Malden, Mass.)*, 19(11), 2236-2245. <https://doi.org/10.1093/pm/pnx294>

Fernández-de-Las-Peñas, C., Arias-Burúa, J. L., Ortega-Santiago, R., & De-la-Llave-Rincón, A. I. (2020). Understanding central sensitization for advances in management of carpal tunnel syndrome. *F1000Research*, 9, F1000 Faculty Rev-605. <https://doi.org/10.12688/f1000research.22570.1>

- Ferro Moura Franco, K., Lenoir, D., Dos Santos Franco, Y. R., Jandre Reis, F. J., Nunes Cabral, C. M., & Meeus, M. (2021). Prescription of exercises for the treatment of chronic pain along the continuum of nociplastic pain : A systematic review with meta-analysis. *European Journal of Pain (London, England)*, *25*(1), 51-70. <https://doi.org/10.1002/ejp.1666>
- Gibson, E. L., Vargas, K., Hogan, E., Holmes, A., Rogers, P. J., Wittwer, J., Kloek, J., Goralczyk, R., & Mohajeri, M. H. (2014). Effects of acute treatment with a tryptophan-rich protein hydrolysate on plasma amino acids, mood and emotional functioning in older women. *Psychopharmacology*, *231*(24), 4595-4610. <https://doi.org/10.1007/s00213-014-3609-z>
- Hakansson, S., Jones, M. D., Ristov, M., Marcos, L., Clark, T., Ram, A., Morey, R., Franklin, A., McCarthy, C., Carli, L. D., Ward, R., & Keech, A. (2018). Intensity-dependent effects of aerobic training on pressure pain threshold in overweight men : A randomized trial. *European Journal of Pain (London, England)*, *22*(10), 1813-1823. <https://doi.org/10.1002/ejp.1277>
- Häuser, W., Klose, P., Langhorst, J., Moradi, B., Steinbach, M., Schiltenswolf, M., & Busch, A. (2010). Efficacy of different types of aerobic exercise in fibromyalgia syndrome : A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Arthritis Research & Therapy*, *12*(3), R79. <https://doi.org/10.1186/ar3002>
- Heller, G. Z., Manuguerra, M., & Chow, R. (2016). How to analyze the Visual Analogue Scale : Myths, truths and clinical relevance. *Scandinavian Journal of Pain*, *13*, 67-75. <https://doi.org/10.1016/j.sjpain.2016.06.012>
- Heredia-Rizo, A. M., Petersen, K. K., Madeleine, P., & Arendt-Nielsen, L. (2019). Clinical Outcomes and Central Pain Mechanisms are Improved After Upper Trapezius Eccentric Training in Female Computer Users With Chronic Neck/Shoulder Pain. *The Clinical Journal of Pain*, *35*(1), 65-76.

<https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000656>

- Husky, M. M., Ferdous Farin, F., Compagnone, P., Fermanian, C., & Kovess-Masfety, V. (2018). Chronic back pain and its association with quality of life in a large French population survey. *Health and Quality of Life Outcomes*, *16*(1), 195. <https://doi.org/10.1186/s12955-018-1018-4>
- Jensen, T. S., & Finnerup, N. B. (2014). Allodynia and hyperalgesia in neuropathic pain: Clinical manifestations and mechanisms. *The Lancet. Neurology*, *13*(9), 924-935. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(14\)70102-4](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(14)70102-4)
- Ji, R.-R., Nackley, A., Huh, Y., Terrando, N., & Maixner, W. (2018a). Neuroinflammation and Central Sensitization in Chronic and Widespread Pain. *Anesthesiology*, *129*(2), 343-366. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002130>
- Ji, R.-R., Nackley, A., Huh, Y., Terrando, N., & Maixner, W. (2018b). Neuroinflammation and Central Sensitization in Chronic and Widespread Pain. *Anesthesiology*, *129*(2), 343-366. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002130>
- Jones, M. D., Nuzzo, J. L., Taylor, J. L., & Barry, B. K. (2019). Aerobic Exercise Reduces Pressure More Than Heat Pain Sensitivity in Healthy Adults. *Pain Medicine (Malden, Mass.)*, *20*(8), 1534-1546. <https://doi.org/10.1093/pm/pny289>
- Jones, M. P., Sato, Y. A., & Talley, N. J. (2019). The Nepean Dyspepsia Index is a valid instrument for measuring quality-of-life in functional dyspepsia. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, *31*(3), 329-333. <https://doi.org/10.1097/MEG.0000000000001314>
- Kapsal, N. J., Dicke, T., Morin, A. J. S., Vasconcellos, D., Maïano, C., Lee, J., & Lonsdale, C. (2019). Effects of Physical Activity on the Physical and

- Psychosocial Health of Youth With Intellectual Disabilities : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Physical Activity & Health*, 16(12), 1187-1195. <https://doi.org/10.1123/jpah.2018-0675>
- King, C. D., Jastrowski Mano, K. E., Barnett, K. A., Pfeiffer, M., Ting, T. V., & Kashikar-Zuck, S. (2017). Pressure Pain Threshold and Anxiety in Adolescent Females With and Without Juvenile Fibromyalgia : A Pilot Study. *The Clinical Journal of Pain*, 33(7), 620-626. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000444>
- Les biais. (s. d.). Consulté 16 février 2022, à l'adresse <http://www.theral.fr/theraltrain/tutoriels/biais.php>
- Lins, L., & Carvalho, F. M. (2016). SF-36 total score as a single measure of health-related quality of life : Scoping review. *SAGE Open Medicine*, 4, 2050312116671725. <https://doi.org/10.1177/2050312116671725>
- Lubans, D., Richards, J., Hillman, C., Faulkner, G., Beauchamp, M., Nilsson, M., Kelly, P., Smith, J., Raine, L., & Biddle, S. (2016). Physical Activity for Cognitive and Mental Health in Youth : A Systematic Review of Mechanisms. *Pediatrics*, 138(3), e20161642. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-1642>
- Maharaj, S. S., & Yakasai, A. M. (2018). Does a Rehabilitation Program of Aerobic and Progressive Resisted Exercises Influence HIV-Induced Distal Neuropathic Pain? *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 97(5), 364-369. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000866>
- Malfliet, A., Coppieters, I., Van Wilgen, P., Kregel, J., De Pauw, R., Dolphens, M., & Ickmans, K. (2017). Brain changes associated with cognitive and emotional factors in chronic pain : A systematic review. *European Journal of Pain (London, England)*, 21(5), 769-786. <https://doi.org/10.1002/ejp.1003>
- Maquelin, L. (s. d.). *L'EFFICACITÉ DES EXERCICES AÉROBIES SUR LA DÉPRESSION CHEZ LES ADULTES ATTEINTS DE FIBROMYALGIE*. 64.

Mateo, S. (2020). Procédure pour conduire avec succès une revue de littérature selon la méthode PRISMA. *Kinésithérapie, la Revue*, 20(226), 29-37.
<https://doi.org/10.1016/j.kine.2020.05.019>

Nijs, J., Apeldoorn, A., Hallegraeff, H., Clark, J., Smeets, R., Malfliet, A., Girbes, E. L., De Koning, M., & Ickmans, K. (2015). Low back pain : Guidelines for the clinical classification of predominant neuropathic, nociceptive, or central sensitization pain. *Pain Physician*, 18(3), E333-346.

Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique—État des lieux. (s. d.). Haute Autorité de Santé. Consulté 16 février 2022, à l'adresse https://www.has-sante.fr/jcms/c_1600564/fr/niveau-de-preuve-et-gradation-des-recommandations-de-bonne-pratique-etat-des-lieux

OMS | 10 faits sur l'activité physique. (s. d.). WHO; World Health Organization. Consulté 16 février 2021, à l'adresse http://www.who.int/features/factfiles/physical_activity/fr/

Pallot, A., & Rostagno, S. (2021). AMSTAR-2 : Traduction française de l'échelle de qualité méthodologique pour les revues de littérature systématiques. *Kinésithérapie, la Revue*, 21(235), 13-14.
<https://doi.org/10.1016/j.kine.2019.12.050>

Popkirov, S., Enax-Krumova, E. K., Mainka, T., Hoheisel, M., & Hausteiner-Wiehle, C. (2020). Functional pain disorders—More than nociplastic pain. *NeuroRehabilitation*, 47(3), 343-353. <https://doi.org/10.3233/NRE-208007>

QUTENZA 179 mg patch cutané + gel nettoyant. (s. d.). VIDAL. Consulté 28 octobre 2021, à l'adresse <https://www.vidal.fr/medicaments/qutenza-179-mg-patch-cutane-gel-nettoyant-93564.html>

QUTENZA (capsaïcine), antalgique local en patch. (s. d.). Haute Autorité de Santé. Consulté 28 octobre 2021, à l'adresse <https://www.has->

sante.fr/jcms/c_2682076/fr/qutenza-capsaicine-antalgique-local-en-patch

- Scerbo, T., Colasurdo, J., Dunn, S., Unger, J., Nijs, J., & Cook, C. (2018). Measurement Properties of the Central Sensitization Inventory : A Systematic Review. *Pain Practice: The Official Journal of World Institute of Pain*, 18(4), 544-554. <https://doi.org/10.1111/papr.12636>
- Simpson, D. M., Robinson-Papp, J., Van, J., Stoker, M., Jacobs, H., Snijder, R. J., Schregardus, D. S., Long, S. K., Lambourg, B., & Katz, N. (2017). Capsaicin 8% Patch in Painful Diabetic Peripheral Neuropathy : A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study. *The Journal of Pain*, 18(1), 42-53. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2016.09.008>
- Sung, Y.-T., & Wu, J.-S. (2018). The Visual Analogue Scale for Rating, Ranking and Paired-Comparison (VAS-RRP): A new technique for psychological measurement. *Behavior Research Methods*, 50(4), 1694-1715. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-1041-8>
- Swieboda, P., Filip, R., Prystupa, A., & Drozd, M. (2013). Assessment of pain : Types, mechanism and treatment. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine: AAEM, Spec no. 1*, 2-7.
- Therrien, F. (s. d.). *UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE*. 175.
- Thibault, G. (s. d.). *Définition de quelques termes communément employés en kinésiologie : A à C*. 3.
- Thomas, J., Thirlaway, K., Bowes, N., & Meyers, R. (2020). Effects of combining physical activity with psychotherapy on mental health and well-being : A systematic review. *Journal of Affective Disorders*, 265, 475-485. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.01.070>
- Timmerman, H., Steegers, M. A. H., Huygen, F. J. P. M., Goeman, J. J., van Dasselaar, N. T., Schenkels, M. J., Wilder-Smith, O. H. G., Wolff, A. P., & Vissers, K. C. P.

- (2017). Investigating the validity of the DN4 in a consecutive population of patients with chronic pain. *PloS One*, 12(11), e0187961. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187961>
- Topcuoglu, A., Gokkaya, N. K. O., Ucan, H., & Karakuş, D. (2015). The effect of upper-extremity aerobic exercise on complex regional pain syndrome type I: A randomized controlled study on subacute stroke. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 22(4), 253-261. <https://doi.org/10.1179/1074935714Z.00000000025>
- Vincent, H. K., George, S. Z., Seay, A. N., Vincent, K. R., & Hurley, R. W. (2014). Resistance exercise, disability, and pain catastrophizing in obese adults with back pain. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(9), 1693-1701. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000294>
- Voutilainen, A., Pitkäaho, T., Kvist, T., & Vehviläinen-Julkunen, K. (2016). How to ask about patient satisfaction? The visual analogue scale is less vulnerable to confounding factors and ceiling effect than a symmetric Likert scale. *Journal of Advanced Nursing*, 72(4), 946-957. <https://doi.org/10.1111/jan.12875>
- White, R. L., Babic, M. J., Parker, P. D., Lubans, D. R., Astell-Burt, T., & Lonsdale, C. (2017). Domain-Specific Physical Activity and Mental Health : A Meta-analysis. *American Journal of Preventive Medicine*, 52(5), 653-666. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2016.12.008>
- Yarlas, A., Bayliss, M., Cappelleri, J. C., Maher, S., Bushmakina, A. G., Chen, L. A., Manuchehri, A., & Healey, P. (2018). Psychometric validation of the SF-36® Health Survey in ulcerative colitis : Results from a systematic literature review. *Quality of Life Research: An International Journal of Quality of Life Aspects of Treatment, Care and Rehabilitation*, 27(2), 273-290. <https://doi.org/10.1007/s11136-017-1690-6>

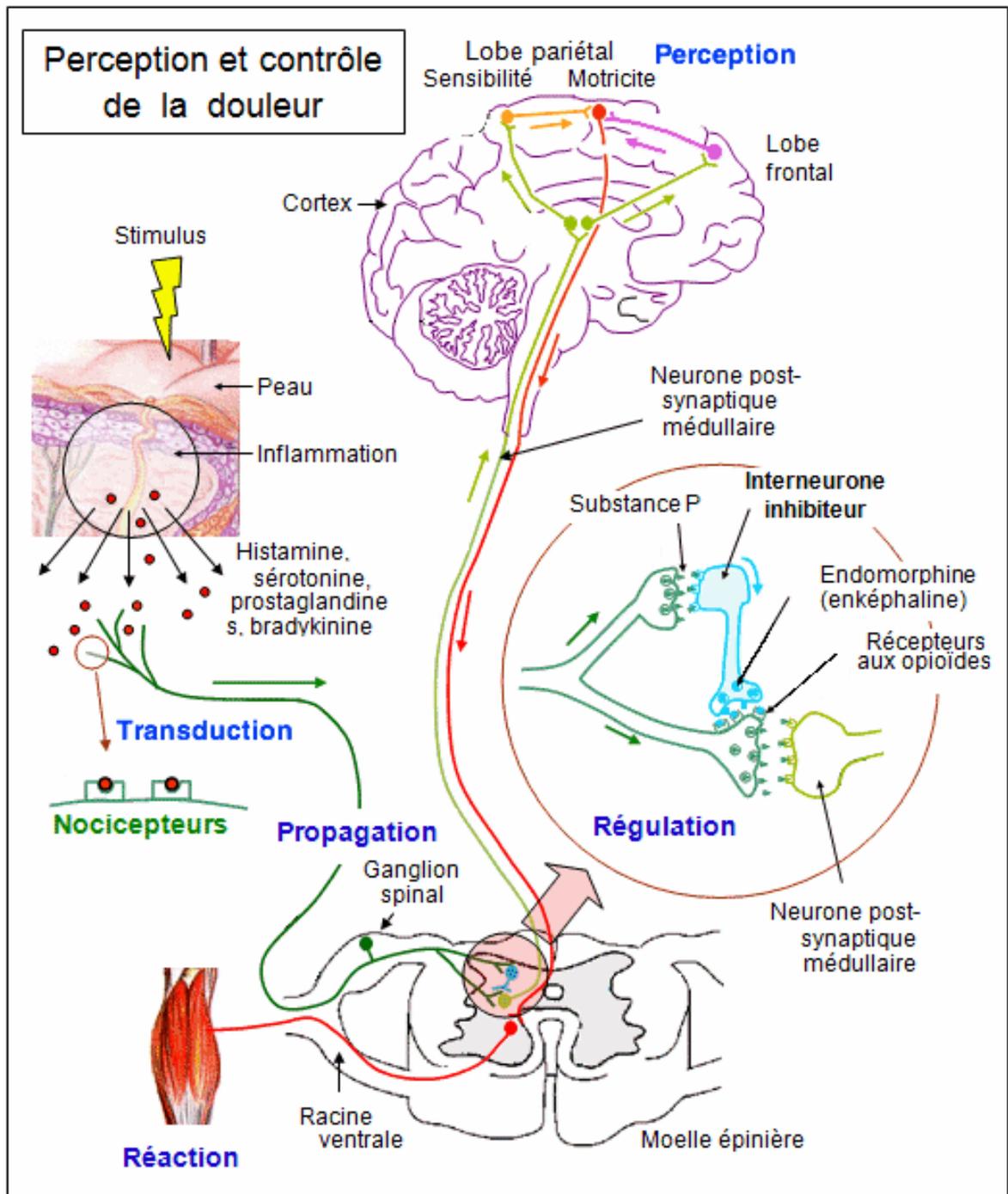
Zaugg, V., Savoldelli, V., Sabatier, B., & Durieux, P. (2014). Improving practice and organisation of care : Methodology for systematic reviews. *Sante Publique*, 26(5), 655-667.

ANNEXES

7 Les Annexes et son sommaire

- Annexe I : Mécanisme de la douleur
- Annexe II : Schéma du concept douleur aiguë/chronique
- Annexe III : Echelle Numérique de la douleur
- Annexe IV : Questionnaire sur douleurs neuropathiques, DN4
- Annexe V : Schémas activité physique, effets physiologiques
- Annexe VI : Explication détaillée phénomène sensibilisation périphérique et centrale
- Annexe VII : Schémas d'explication mécanisme hyperalgésie
- Annexe VIII : Questionnaires qualité de vie, NDI
 - Annexe VIII bis : Questionnaire SF36
- Annexe IX : Echelle de dépression de Beck
- Annexe X : tableau global description des études (design, objectifs et hypothèses, population + critères inclusion/exclusion, outils de mesures et critères de jugement)
- Annexe XI : tableau complet description des interventions
- Annexe XII : Tableau récapitulatif de l'analyse méthodologique des études

Annexe I :



Annexe II :

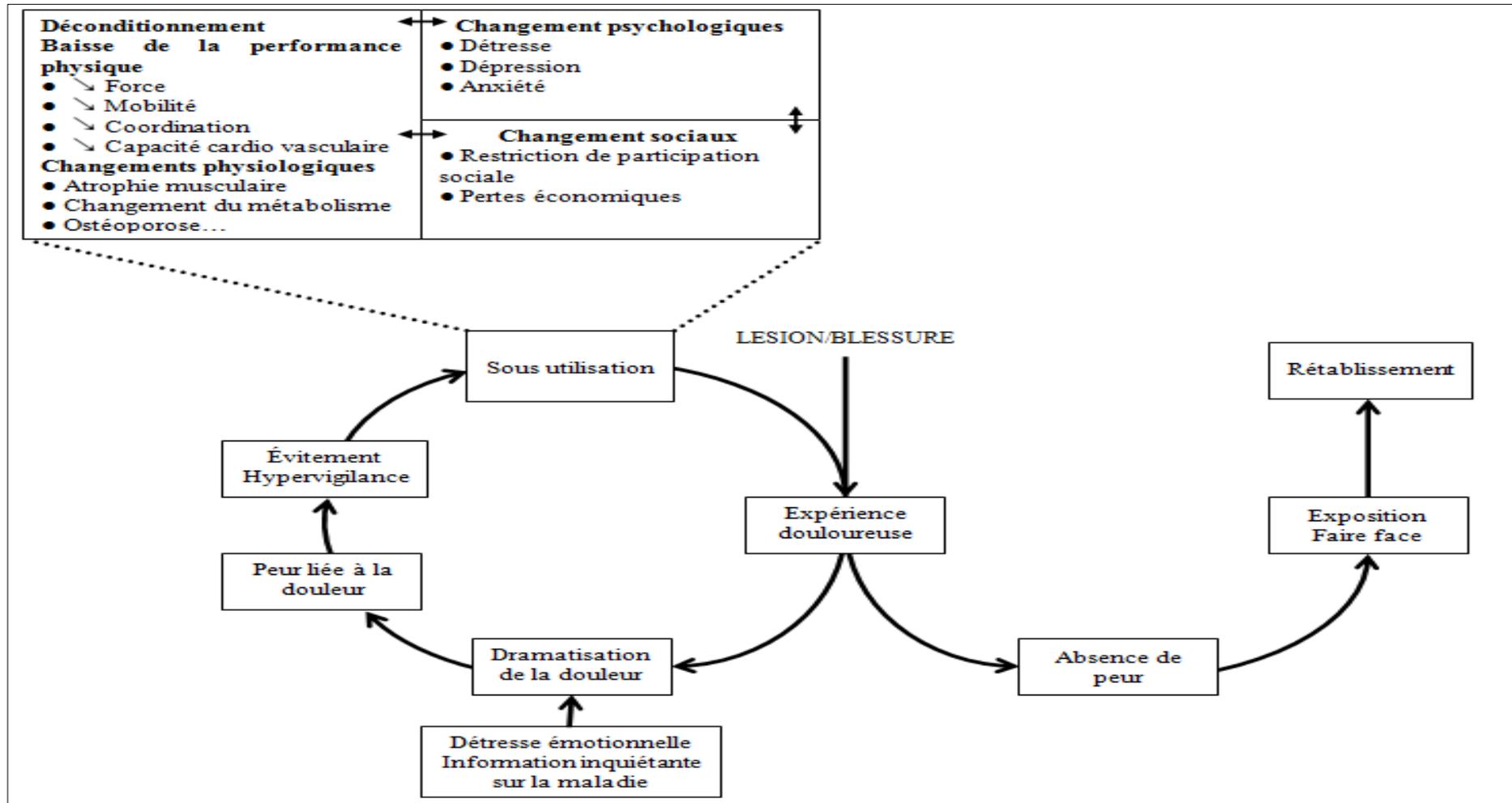


Schéma explicatif du concept douleur aigue/chronique

Annexe III :



Echelle numérique de la douleur

Tableau de correspondance des niveaux de douleur pour l'indicateur « Evaluation et prise en charge de la douleur »

Modalité à cocher	Score	Pas de douleur	Douleur faible	Douleur modérée	Douleur intense	Douleur insupportable
Echelle Verbale Simple	0 - 4	0	1	2	3	4
EN ou EVA (en mm)	0 - 100	0	1 - 39	40 - 59	60 - 79	80 - 100
ENS ou EVA (en cm)	0 - 10	0	1 - 3	4 - 5	6 - 7	8 - 10
Autres échelles acceptées		Pas de douleur	Faible	Modérée	Forte	Insupportable

Source : Haute autorité de santé (HAS)

Annexe IV : (Bouhassira et al., 2005a), (Timmerman et al., 2017) (Aho et al., 2020),
(Bouhassira et al., 2005a)

Questionnaire DN4

Un outil simple pour rechercher les douleurs neuropathiques

Pour estimer la probabilité d'une douleur neuropathique, le patient doit répondre à chaque item des 4 questions ci dessous par « oui » ou « non ».

QUESTION 1 : la douleur présente-t-elle une ou plusieurs des caractéristiques suivantes ?

	Oui	Non
1. Brûlure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Sensation de froid douloureux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Décharges électriques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

QUESTION 2 : la douleur est-elle associée dans la même région à un ou plusieurs des symptômes suivants ?

	Oui	Non
4. Fourmillements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Picotements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Engourdissements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Démangeaisons	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

QUESTION 3 : la douleur est-elle localisée dans un territoire où l'examen met en évidence :

	Oui	Non
8. Hypoesthésie au tact	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Hypoesthésie à la piqûre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

QUESTION 4 : la douleur est-elle provoquée ou augmentée par :

	Oui	Non
10. Le frottement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OUI = 1 point

NON = 0 point

Score du Patient : /10

MODE D'EMPLOI

Lorsque le praticien suspecte une douleur neuropathique, le questionnaire DN4 est utile comme outil de diagnostic.

Ce questionnaire se répartit en 4 questions représentant 10 items à cocher :

- ✓ Le praticien interroge lui-même le patient et remplit le questionnaire
- ✓ A chaque item, il doit apporter une réponse « oui » ou « non »
- ✓ A la fin du questionnaire, le praticien comptabilise les réponses, 1 pour chaque « oui » et 0 pour chaque « non ».
- ✓ La somme obtenue donne le Score du Patient, noté sur 10.

Si le score du patient est égal ou supérieur à 4/10, le test est positif (sensibilité à 82,9 % ; spécificité à 89,9 %)

Annexe V : (White et al., 2017; Bermejo-Cantarero et al., 2017; Thomas et al., 2020)

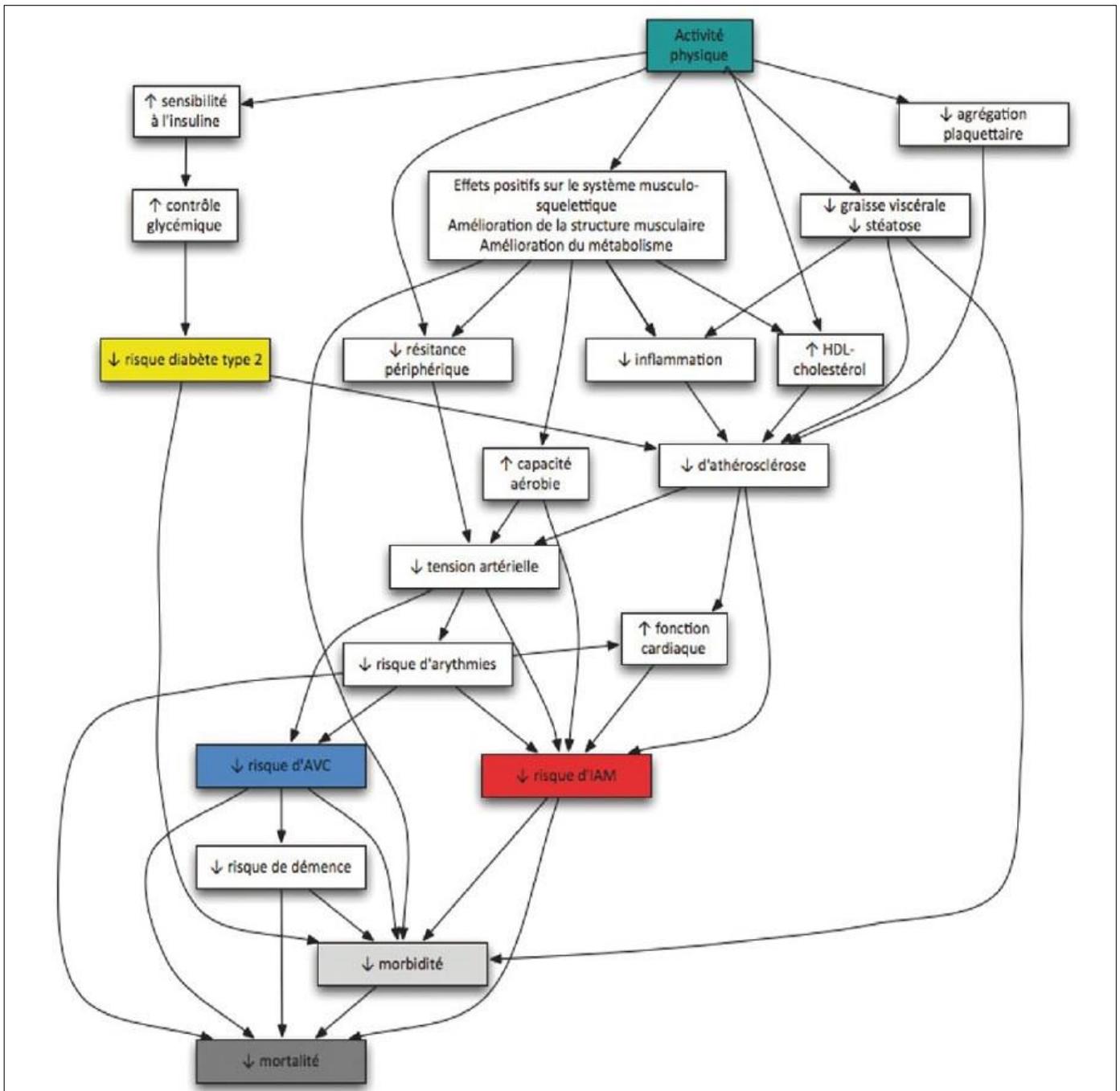


Schéma expliquant les effets de l'activité physique sur l'organisme

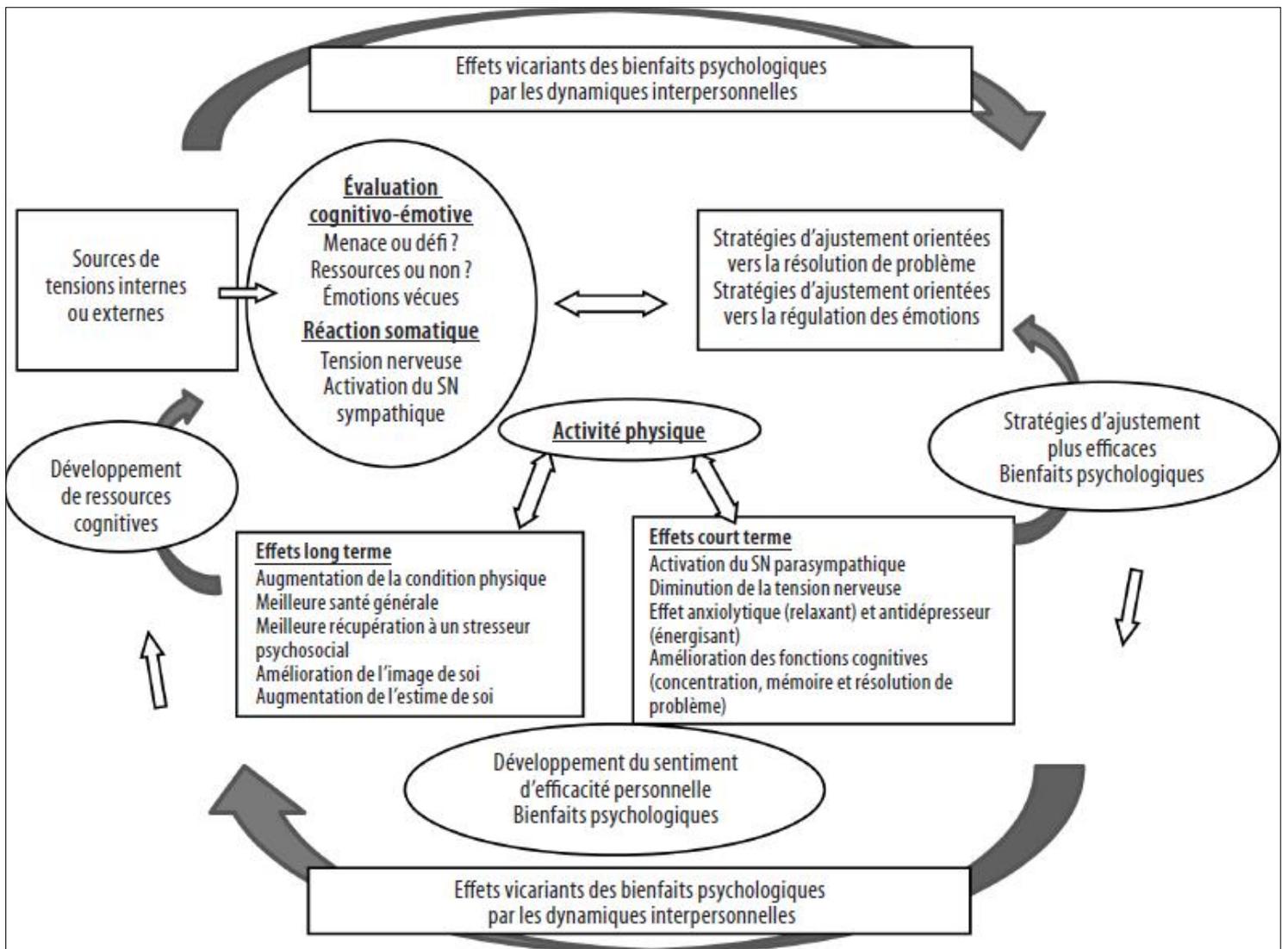


Schéma explicatif des effets de l'activité physique sur l'organisme + sphère psychologique

Annexe VI : (Fernández-de-Las-Peñas et al., 2020; Ji et al., 2018a; Scerbo et al., 2018)

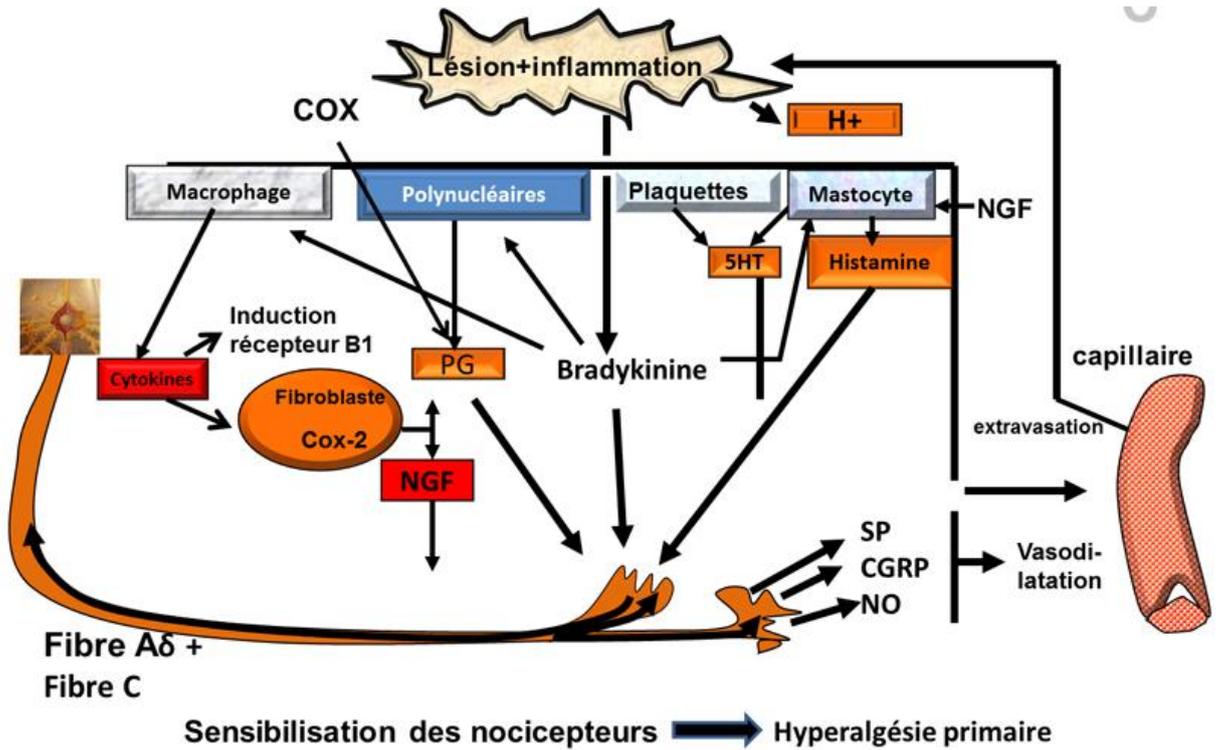


Schéma expliquant le phénomène de sensibilisation périphérique

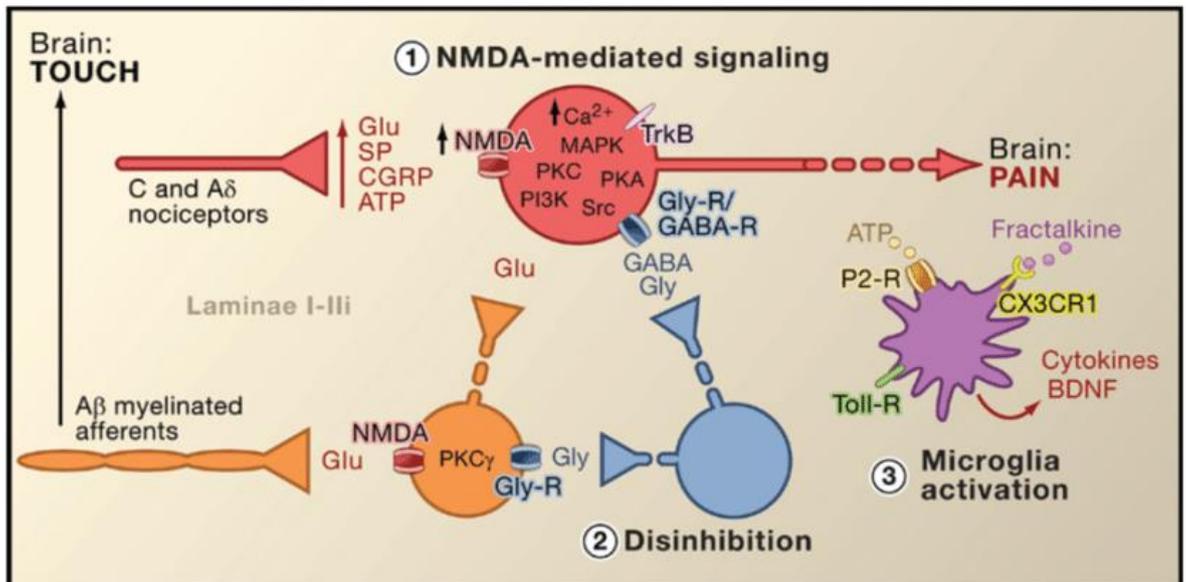


Schéma expliquant le phénomène de sensibilisation centrale (1)

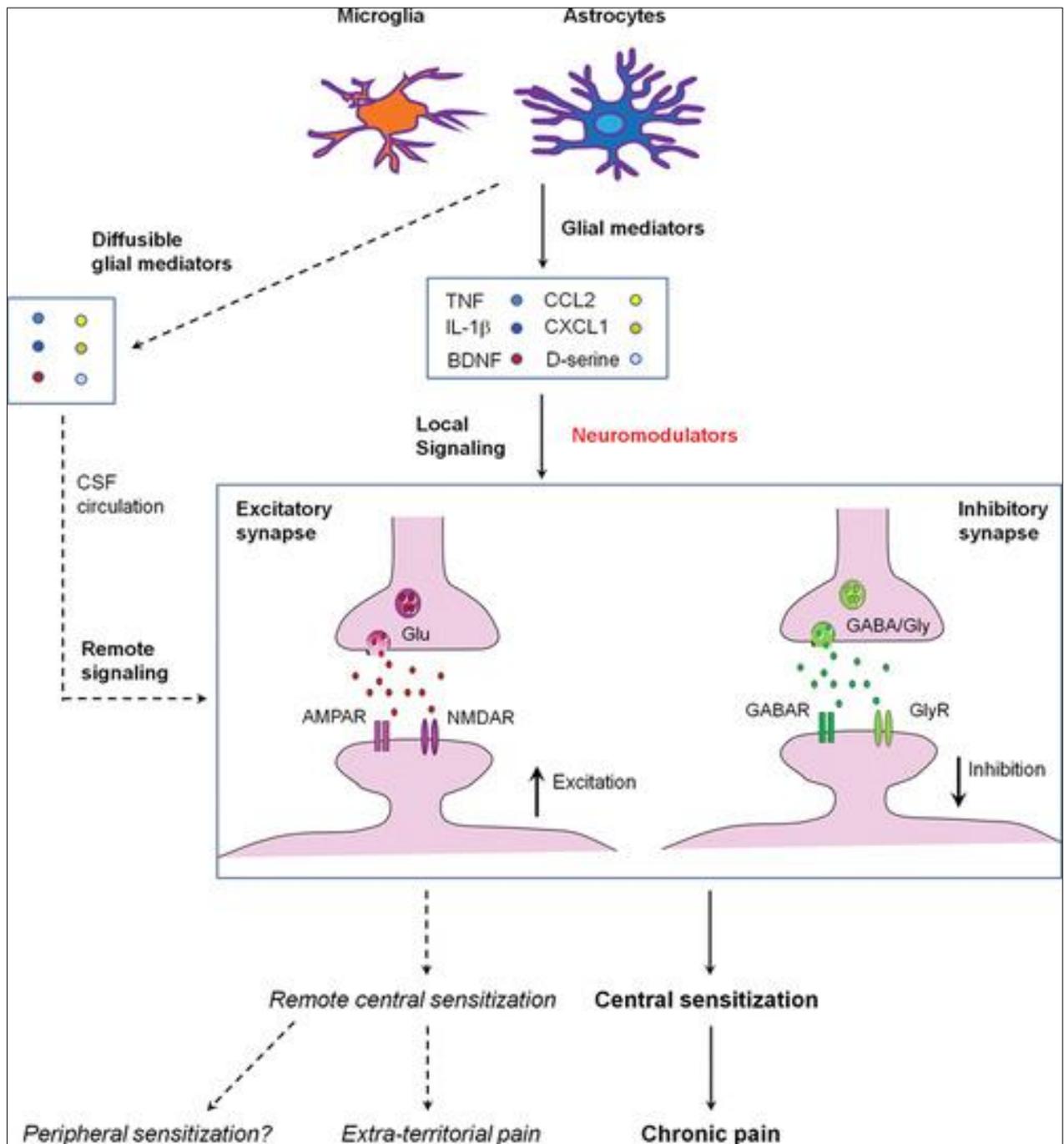


Schéma expliquant le phénomène de sensibilisation centrale (2)

Annexe VII :

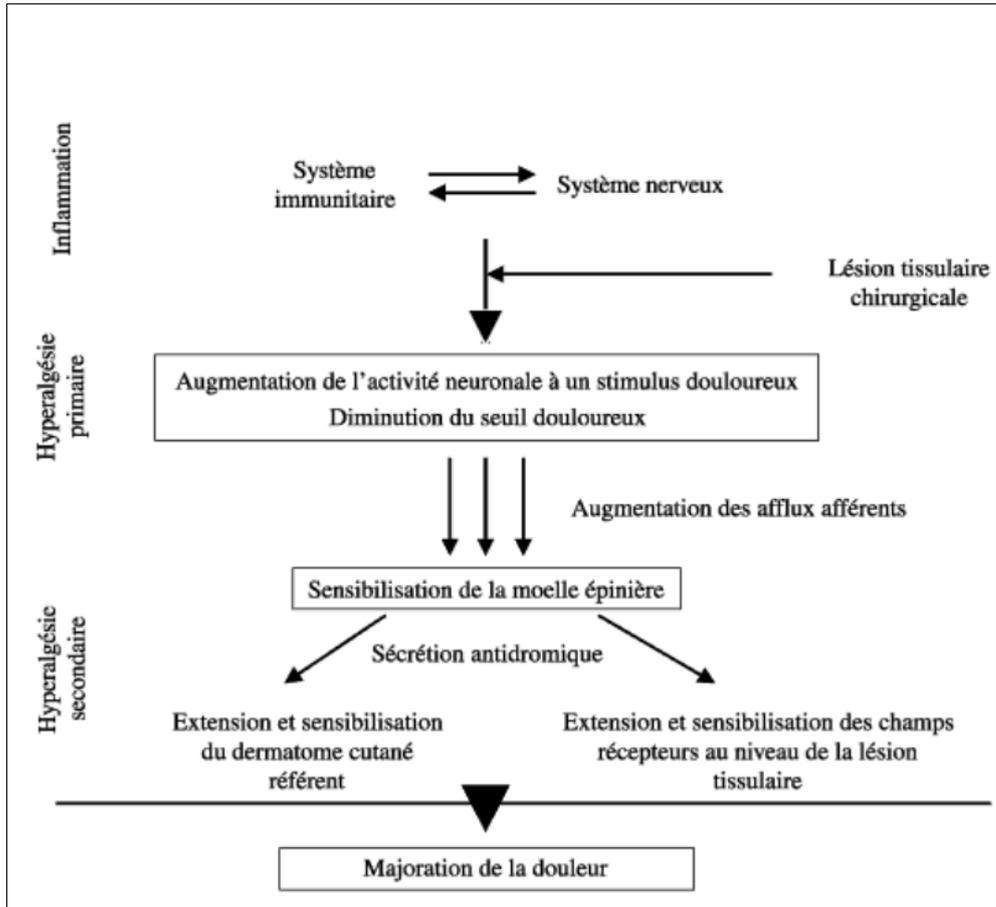


Schéma décrivant le mécanisme d'hyperalgésie

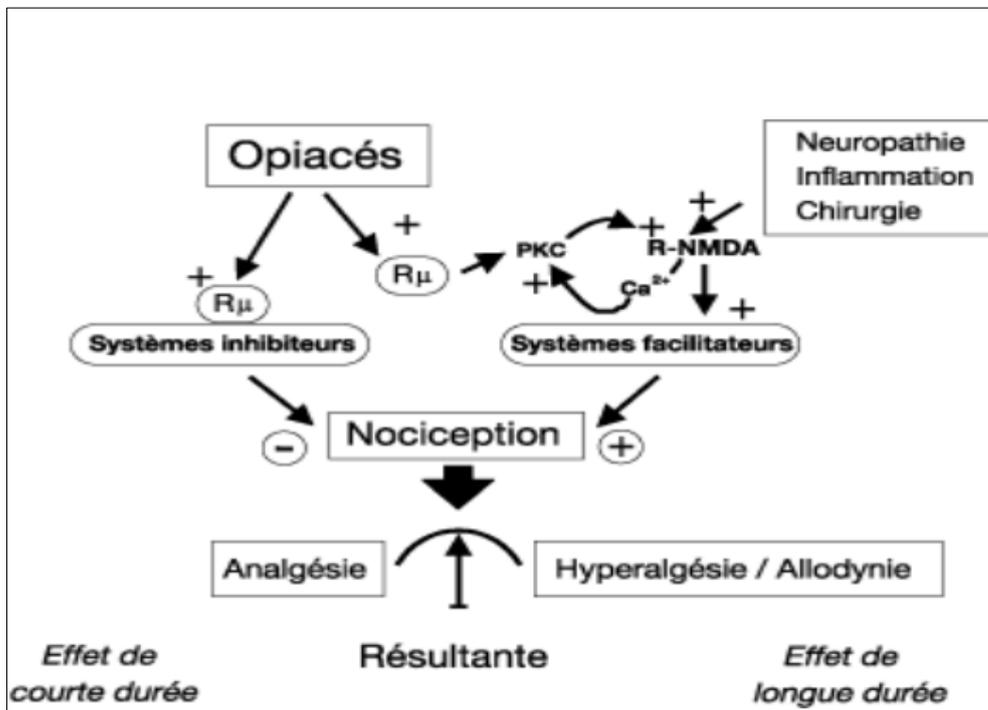


Schéma décrivant le rôle des voies descendantes + neuromédiateurs

Annexe VIII : (M. P. Jones et al., 2019)

Neck Disability Index

This questionnaire has been designed to give us information as to how your neck pain has affected your ability to manage in everyday life. Please answer every section and mark in each section only the one box that applies to you. We realise you may consider that two or more statements in any one section relate to you, but please just mark the box that most closely describes your problem.

Office Use Only

Name _____

Date _____

Section 1: Pain Intensity

- I have no pain at the moment
- The pain is very mild at the moment
- The pain is moderate at the moment
- The pain is fairly severe at the moment
- The pain is very severe at the moment
- The pain is the worst imaginable at the moment

Section 2: Personal Care (Washing, Dressing, etc.)

- I can look after myself normally without causing extra pain
- I can look after myself normally but it causes extra pain
- It is painful to look after myself and I am slow and careful
- I need some help but can manage most of my personal care
- I need help every day in most aspects of self care
- I do not get dressed, I wash with difficulty and stay in bed

Section 3: Lifting

- I can lift heavy weights without extra pain
- I can lift heavy weights but it gives extra pain
- Pain prevents me lifting heavy weights off the floor, but I can manage if they are conveniently placed, for example on a table
- Pain prevents me from lifting heavy weights but I can manage light to medium weights if they are conveniently positioned
- I can only lift very light weights

- I cannot lift or carry anything

Section 4: Reading

- I can read as much as I want to with no pain in my neck
- I can read as much as I want to with slight pain in my neck
- I can read as much as I want with moderate pain in my neck
- I can't read as much as I want because of moderate pain in my neck
- I can hardly read at all because of severe pain in my neck
- I cannot read at all

Section 5: Headaches

- I have no headaches at all
- I have slight headaches, which come infrequently
- I have moderate headaches, which come infrequently
- I have moderate headaches, which come frequently
- I have severe headaches, which come frequently
- I have headaches almost all the time

Section 6: Concentration

- I can concentrate fully when I want to with no difficulty
- I can concentrate fully when I want to with slight difficulty
- I have a fair degree of difficulty in concentrating when I want to
- I have a lot of difficulty in concentrating when I want to
- I have a great deal of difficulty in concentrating when I want to
- I cannot concentrate at all

Section 7: Work

- I can do as much work as I want to
- I can only do my usual work, but no more
- I can do most of my usual work, but no more
- I cannot do my usual work
- I can hardly do any work at all
- I can't do any work at all

Section 8: Driving

- I can drive my car without any neck pain
- I can drive my car as long as I want with slight pain in my neck
- I can drive my car as long as I want with moderate pain in my neck
- I can't drive my car as long as I want because of moderate pain in my neck
- I can hardly drive at all because of severe pain in my neck
- I can't drive my car at all

Section 9: Sleeping

- I have no trouble sleeping
- My sleep is slightly disturbed (less than 1 hr sleepless)
- My sleep is mildly disturbed (1-2 hrs sleepless)
- My sleep is moderately disturbed (2-3 hrs sleepless)
- My sleep is greatly disturbed (3-5 hrs sleepless)
- My sleep is completely disturbed (5-7 hrs sleepless)

Section 10: Recreation

- I am able to engage in all my recreation activities with no neck pain at all
- I am able to engage in all my recreation activities, with some pain in my neck
- I am able to engage in most, but not all of my usual recreation activities because of pain in my neck
- I am able to engage in a few of my usual recreation activities because of pain in my neck
- I can hardly do any recreation activities because of pain in my neck
- I can't do any recreation activities at all

Score: ___/50 Transform to percentage score $\times 100 =$ %points

Scoring: For each section the total possible score is 5; if the first statement is marked the section score = 0, if the last statement is marked it = 5. If all ten sections are completed the score is calculated as follows:

Example: 16 (total scored)
50 (total possible score) $\times 100 = 32\%$

If one section is missed or not applicable the score is calculated: 16 (total scored)
45 (total possible score) $\times 100 = 35.5\%$

Minimum Detectable Change (90% confidence): 5 points or 10 %points

Annexe VIII bis : (Brazier et al., 1992; Lins & Carvalho, 2016; Yaras et al., 2018)

QUESTIONNAIRE GÉNÉRALISTE SF36 (QUALITÉ DE VIE)			
NOM / Prénom :		Date de naissance :	
<i>Evaluation :</i> <i>Initiale</i> <input type="checkbox"/>	<i>Intermédiaire</i> <input type="checkbox"/>	<i>Finale</i> <input type="checkbox"/>	Date : _____
1. En général, diriez-vous que votre santé est: (cochez ce que vous ressentez)			
<i>Excellente</i> <input type="checkbox"/> <i>Très bonne</i> <input type="checkbox"/> <i>Bonne</i> <input type="checkbox"/> <i>Satisfaisante</i> <input type="checkbox"/> <i>Mauvaise</i> <input type="checkbox"/>			
2. Par comparaison avec il y a un an, que diriez-vous sur votre santé aujourd'hui?			
<i>Bien meilleure qu'il y a un an</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Un peu meilleure qu'il y a un an</i>	<input type="checkbox"/>
<i>A peu près comme il y a un an</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Un peu moins bonne qu'il y a un an</i>	<input type="checkbox"/>
		<i>Pire qu'il y a un an</i>	<input type="checkbox"/>
3. Vous pourriez vous livrer aux activités suivantes le même jour. Est-ce que votre état de santé vous impose des limites dans ces activités ? Si oui, dans quelle mesure ? (entourez la flèche)			
a. Activités intenses: courir, soulever des objets lourds, faire du sport.			
↓	↓	↓	
Oui, très limité	oui, plutôt limité	pas limité du tout	
b. Activités modérées : déplacer une table, passer l'aspirateur.			
↓	↓	↓	
Oui, très limité	oui, plutôt limité	pas limité du tout	
c. Soulever et transporter les achats d'alimentation.			
↓	↓	↓	
Oui, très limité	oui, plutôt limité	pas limité du tout	
d. Monter plusieurs étages à la suite.			
↓	↓	↓	
Oui, très limité	oui, plutôt limité	pas limité du tout	
e. Monter un seul étage.			
↓	↓	↓	
Oui, très limité	oui, plutôt limité	pas limité du tout	
f. Vous agenouiller, vous accroupir ou vous pencher très bas.			
↓	↓	↓	
Oui, très limité	oui, plutôt limité	pas limité du tout	
g. Marcher plus d'un kilomètre et demi.			
↓	↓	↓	
Oui, très limité	oui, plutôt limité	pas limité du tout	
h. Marcher plus de 500 mètres			
↓	↓	↓	
Oui, très limité	oui, plutôt limité	pas limité du tout	
i. Marcher seulement 100 mètres.			
↓	↓	↓	
Oui, très limité	oui, plutôt limité	pas limité du tout	

e. *avez-vous beaucoup d'énergie?*

↓ ↓ ↓ ↓ ↓
Tout le temps très souvent parfois peu souvent jamais

f. *étiez-vous triste et maussade?*

↓ ↓ ↓ ↓ ↓
Tout le temps très souvent parfois peu souvent jamais

g. *avez-vous l'impression d'être épuisé(e) ?*

↓ ↓ ↓ ↓ ↓
Tout le temps très souvent parfois peu souvent jamais

h. *étiez-vous quelqu'un d'heureux?*

↓ ↓ ↓ ↓ ↓
Tout le temps très souvent parfois peu souvent jamais

i. *vous êtes-vous senti fatigué(e)?*

↓ ↓ ↓ ↓ ↓
Tout le temps très souvent parfois peu souvent jamais

10. Au cours des 4 dernières semaines, votre état physique ou mental a-t-il gêné vos activités sociales comme des visites aux amis, à la famille, etc.?

↓ ↓ ↓ ↓ ↓
Tout le temps très souvent parfois peu souvent jamais

11. Ces affirmations sont-elles vraies ou fausses dans votre cas?

a. *il me semble que je tombe malade plus facilement que d'autres.*

↓ ↓ ↓ ↓ ↓
Tout à fait vrai assez vrai ne sais pas plutôt faux faux

b. *ma santé est aussi bonne que celle des gens que je connais.*

↓ ↓ ↓ ↓ ↓
Tout à fait vrai assez vrai ne sais pas plutôt faux faux

c. *je m'attends à ce que mon état de santé s'aggrave.*

↓ ↓ ↓ ↓ ↓
Tout à fait vrai assez vrai ne sais pas plutôt faux faux

d. *mon état de santé est excellent.*

↓ ↓ ↓ ↓ ↓
Tout à fait vrai assez vrai ne sais pas plutôt faux faux

Annexe IX :

Inventaire de dépression de Beck (BDI)

Item N°	Votre Réponse	Note
---------	---------------	------

1		0	Je ne me sens pas triste.
		1	Je me sens triste la plupart du temps.
		2	Je me sens constamment triste.
		3	Je suis si triste ou malheureux(se) que je ne peux le supporter.

2		0	Je ne me sens pas découragé(e) concernant l'avenir.
		1	Je me sens plus découragé(e) concernant l'avenir que d'habitude.
		2	Je ne m'attends pas à ce que les choses fonctionnent pour moi.
		3	Je sens que l'avenir est sans espoir et ne fera qu'empirer.

3		0	Je n'ai pas l'impression d'être une(e) raté(e).
		1	J'ai échoué plus que j'aurais dû.
		2	Lorsque je pense à ma vie passée, je vois beaucoup d'échecs.
		3	Je sens que je suis un(e) raté(e).

4		0	Je retire autant de plaisir que d'habitude des choses que j'aime.
		1	Je ne ressens pas autant de plaisir que d'habitude.
		2	Je retire très peu de plaisir des choses que j'aimais.
		3	Je ne retire aucun plaisir des choses que j'aimais.

Annexe X :

Etudes	Design	Objectifs de l'étude et hypothèse	Population, critères inclusions et exclusions	Outils de mesure Critères de jugement
<p>Hakansson 2018</p>	<p>Essai randomisé</p>	<p>*Objectif : Etudier les effets aigus et chroniques de l'entraînement par intervalles de haute intensité (HIIT) et de l'entraînement continu d'intensité modérée (MICT) sur les seuils de douleur à la pression (PPT) chez les hommes en surpoids.</p> <p>*Hypothèse : que l'HIIT et MICT augmenteraient les seuils de pression à la douleur et donc diminueraient celle-ci de façon aigue (après l'entraînement direct) et chronique (après 6 semaines) mais que l'hypoalgésie induite par l'exercice serait plus</p>	<p>*Hommes en surpoids 37 hommes sédentaires en surpoids par sinon en bonne santé. 9 perdus de vues (3 HIIT et 6 MICT) stop étude Donc 28 participants : 16 HIIT et 12 MICT)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Critères inclusion : 18-40 ans, sédentaires avc IMC>25 et inf à 35 <p>Critères exclusions :</p> <ul style="list-style-type: none"> • FR CV (diabète, HTA, hyperlipidémie), ATCD maladies cardiopul ou autre trouble médical non contrôlé • Sélectionnés par premier contact téléphonique ou courriel puis examen formel <p>Tests avant début étude : examen aérobie (calcul VO2MAX sur test vélo)</p>	<p>*Seuil de pression à la douleur : 3 muscles (DF, TA et Trapèze sup) Utilisation sonde à pointe (algorithme portatif) → 1cm²</p> <p>*Mesures : 3 fois sur chaque muscle (moyenne) Comparées par rapport à la baseline</p> <p>*Première séance, 9^{ème} et 18^{ème} (10 mins après fin de l'exercice)</p>

		importante après l'HIIT que les MICT.		
Topcuoglu 2016	Essai contrôlé randomisé Simple aveugle Prospectif	<p>*Objectif : Examiner les effets cliniques, fonctionnels et psychosociaux de l'exercice aérobic dans le haut du corps (ergométrie à manivelle du bras) et comparer l'effet de l'exercice aérobique à celui de la physiothérapie conventionnelle chez les patients atteints d'un SDRC de type 1.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Recrutement 52 patients hémiplegiques de 35 à 80 ans. Admis au programme complet de réadaptation subaigue de l'AVC. <p>Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> Diagnostic hémiplegie associé à un événement cérébro-vasculaire 1 à 2 mois avant étude, 6 mois max et diagnostic SDRC côté hémi. <p>Perdus de vues : 10 patients car HTA non contrôlée, cardiopathie ischémique non contrôlée, troubles cognitifs, refus de participer à l'étude, sténose aortique et ATCD chirurgie main.</p> <p>40 patients au total</p> <p>Critères d'exclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> Patients aphasiques Troubles mentaux graves Maladie pouvant empêcher l'exercice 	<p>Evaluation avant et après traitement</p> <p>Niveau des patients évalué par classification de Brunnstrom MS et main.</p> <p>Spasticité par Ashworth modifié</p> <p>EVA pour douleur (diurne, nocturne et mouvement)</p> <p>Utilisation du MIF (indépendance fonctionnelle) à l'aide du Nottingham (NHP)</p> <p>Humeur dépressive (échelle de dépression de Beck) : mesures au début du programme (0) et fin (semaine 4)</p> <p>Critères d'évaluations primaires : scores de douleur et</p>

			<ul style="list-style-type: none"> • ATCD fracture • Aucune coopération • Pas d'équilibre assis pendant 20 mins <p>Diagnostic SDRC : utilisation des critères proposés par IASP (rapport de consensus publié par wilson) : critères cliniques + radiologiques</p>	<p>déterminants cliniques (hyperesthésie, allodynie, œdème, amplitudes mouvements et douleur lors des mouvements)</p> <p>Critères d'évaluations secondaires : score MIF et échelle de dépression</p>
Alsouhib ani 2019	Etude expérimental randomisée, cross over	Objectif : Comprendre les effets de l'exercice aigu sur le phénomène de modulation de la douleur (conditionnée) entre les sessions et au sein d'une même session.	<ul style="list-style-type: none"> • 39 sujets dont 15 femmes en bonne santé et sans douleur <p>Critères d'exclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Douleur aiguë ou chronique • Trouble santé mentale • ATCD blessure traumatique ou trouble neuro • Incapacité à tolérer l'eau glacé • CI exercice <p>Perdus de vue par sélection téléphonique : 2</p>	<p>*Seuil de pression à la douleur</p> <p>7 mesures pour chaque session exp</p> <p>*Sur Q et trapèze sup</p> <p>>Période glace :</p> <p>*Avant, pendant et après immersion pied gauche eau glacée (0+/- 1°C)</p> <p>*Intensité douleur mesurée à 20 secondes d'intervalle par NRS (échelle numérique) et mesure des TPP.</p>

				>Composition corporelle : *IMC *Masse grasse et maigre *Masse grasse viscérale >Outils de mesure : *Algomètre (PPT) *Absorptiométrie pour Composition corporelle *Dynamomètre pour force max *Echelle de douleur (NRS et PCS) *Questionnaire international AP (influence sur hyperalgésie)
Maharaj 2018	ECR multicentrique	Evaluation d'un programme d'exercice aérobie et d'exercice à intensité progressive sur les douleurs neuropathiques post HIV	154 participants (136 ont terminé l'étude) Aérobie : 27F et 18H Progressif : 23F et 21H Contrôle : 29F et 18H	Subjectivité douleur neuropathique périphérique (qualité) <ul style="list-style-type: none"> • Tire réponse oui ou non pour question sur

				<p>crampes, chaleur, picotements, brulures, tire, allodynie...</p> <p>Etendue douleur neuropathique évaluée par un diapason, durée sensation vibration également pour déterminer grade clinique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluation réflèxes • détection de la douleur • EN évaluation 0 à 10, quantification douleur. Ils ont tiré leur nombre équivalent à leur douleur (0 rien, 1- 3 légère, 4-6 modérée, 7-10 sévère) • Baseline, 6
--	--	--	--	--

				semaines et 12 semaines (3 mesures)
Chuganji 2016	ECR	<p>Objectif :</p> <p>*Evaluer les effets de l'exercice aérobie (tapis de course) pendant la période d'immobilisation, utilisant les membres non immobilisés sur l'hyperalgésie induite par l'immobilisation.</p> <p>Hypothèse :</p> <p>*bien que le membre immobilisé ne soit pas déplacé, la régulation à la hausse des endorphines induite par l'exercice des membres non immobilisés peut supprimer l'HII dans le membre immobilisé via l'activation du système descendant de</p>	<p>>36 rats males randomisés en 3 groupes :</p> <p>*10 immobilisés pendant 8 semaines</p> <p>*16 immobilisés et exercices sur tapis roulant</p> <p>*10 contrôles</p> <p>>Tous dans 2 ou 3 cages en plastique à température ambiante avec cycle lumière/nuit 12h</p> <p>>Immobilisés à droite pendant une période de 8 semaines</p>	<p>Sensibilité mécanique testée avant période im et une fois par semaine après application du plâtre.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilisation d'un dispositif de contention artisanal • Rats placés individuellement dans le dispo de contention après enlèvement du plâtre → acclimater pendant 20 mins (pièce calme, 10-18h, température ambiante 22-24)

		modulation de la douleur.		<p>MESURES :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Dosage bêta-endorphine -Hypothalamus et mésencéphale disséqués -Analyse immunohistochimique *Coloration AC *Westernblot *Mesures immunofluorescence
Farzad 2018	ECR Grade A	<p>Objectif :</p> <p>Evaluation effets de l'entraînement en piscine (natation) sur douleur neuropathique et sur l'expression des facteurs neurotrophiques (irisin, GAD65, P2X3) après blessure chronique constriction (CCI) du nerf sciatique</p>	<p>35 rats mals randomisés en 5 groupes :</p> <ul style="list-style-type: none"> >No CCI ou nage (groupe contrôle) >SW (nage sans CCI) >CCISW (CCI avec nage) >CCI (CCI sans nage) >Sham CCI (opération) 	<p>>Tests par réponse comportementale au chaud, froid et mécanique avant et après opération, chaque semaine d'entraînement et 18h après dernière session</p> <p>Critères de jugement :</p> <ul style="list-style-type: none"> >Seuil retrait pour hyperalgésie mécanique (analgésiomètre, surface plantaire, 2 fois)

				<p>>Seuil retrait allodynie tactile (filament von Frey) : avec 5 secondes appliquées</p> <p>>Allodynie froide (acétone) 5 fois avec intervalle 5 mins, en %</p> <p>>Allodynie chaude (faisceau infrarouge) : durée stimulus avec minuteur 3 fois avec intervalle de 5mins évaluation en moyenne</p> <p>>Westernblotting : marqueurs biologiques</p>
Jones 2019	ECR expérimental	<p>Objectifs :</p> <p>>Etudier l'effet de l'exercice aérobie sur les</p>	<p>Recrutés par publicités autour du campus</p> <p>Critères inclusion :</p> <p>>Bonne santé</p>	Mesures avant et après exercice

		<p>seuils de douleur de pression et de chaleur</p> <p>>Identifier si les changements dans l'excitabilité des voies nociceptives mesurés en utilisant les potentiels évoqués au laser accompagnent l'hypoalgésie induite par l'exercice</p>	<p>>Pas ATCD de douleurs chronique ou maladie chronique</p> <p>>Entre 18 et 60 ans</p> <p>>Pas de diagnostic de dépression ou trouble de l'humeur</p>	<p>Seuil de pression à la douleur (PPT) : algomètre portatif</p> <p>3 enregistrements sur chaque site (Q et TA droit)</p> <p>Seuil sensibilisation à la chaleur (HPT) :</p> <p>Stimuli laser avec fréquence 5,5 H.</p> <p>2 endroits (pied et partie antérolatérale jambe)</p> <p>4 enregistrements (moyenne)</p> <p>LEP : stimuli à laser unique</p> <p>3 évaluations</p> <p>Energies croissantes</p> <p>Avant et après chaque exercice</p>
Rizo 2019	ECR	<p>Objectifs :</p> <p>>Evaluer l'impact clinique d'un entraînement</p>	<p>Partie B : 19 patientes avec NSP comparé à 20 contrôles</p> <p>Inclusion :</p>	<p>Critères jugements cliniques :</p> <p>*Pire douleur au cours</p>

		<p>excentrique unilatéral chez des utilisatrices d'ordinateur souffrant de douleurs chroniques au cou et à l'épaule.</p> <p>>Comparer la sensibilité à la pression, sommation temporelle de la douleur (TSP), modulation conditionnée de la douleur (CPM) des utilisatrices d'ordinateurs</p> <p>>Evaluer la sensibilisation et les réponses centrales à la douleur après un entraînement</p>	<p>Travail 4h par jour devant ordinateur, parler et comprendre l'anglais</p> <p>Pas d'entraînement MS et/ou cou dans l'année précédente</p> <p>Exclusion :</p> <p>douleur occasionnelle ou <2 sur NPRS (groupe témoins)</p> <p>Grossesse</p> <p>ATCD coup lapin, maladies neuro ou mentales, consommation analgésiques dans les 24h avant, toxicomanie, fibromyalgie, ATCD chirurgie colonne ou MS, canal carpien, maladies cardiaques, HTA.</p>	<p>des dernières 24h</p> <p>*Quickdash et NDI (indice invalidité)</p> <p>*Evaluation globale changement (GRCS) en 15 points.</p> <p>Critères de jugement objectifs :</p> <p>*Seuil pression à la douleur (algomètre à pression manuelle et brassard → ordi)</p> <p>*TSP : stimuli consécutifs. Calcul EVA</p> <p>*Douleur conditionnée : si + faible → indication d'une inhibition centrale de la douleur moins efficace</p>
--	--	---	---	--

Annexe XI :

Etudes	Durée de l'intervention	Modalités du programme d'intervention (activité...)
Hakansson 2018	6 semaines consécutives	<ul style="list-style-type: none"> • 2 groupes en parallèles • Evaluation en pré et post intervention (2 à 5 jours après) • 3 entrainements par semaine (24h de repos entre chaque séance) <ul style="list-style-type: none"> ○ Supervisés par étudiants en recherche (surveillance FC et indice effort perçu) • Intensité des sessions : <ul style="list-style-type: none"> ○ Déterminé par rapport au calcul FCmax du participant et dernière charge de travail effectuée pendant le test de la VO2 (pourcentage de travail max) • Groupe HIIT <ul style="list-style-type: none"> ○ Vélo ergométrique à freinage électronique (pré programmer les charges de travail et le moment des intervalles de travail) ○ 10 intervalles de 1 min à 90-100% de Wpeak ○ 1 min de récup active entre chaque (15% de Wpeak) ○ Intensité progressivement augmentée au cours des 6 semaines ○ 1 et 2 semaines : <ul style="list-style-type: none"> ▪ 90% Wpeak ○ 3 et 4 : 95% ○ 5 et 6 : 100%

		<ul style="list-style-type: none"> ○ Durée : Echauffement 3 mins (65%) et finit par 2 mins de récup à 15% <ul style="list-style-type: none"> ▪ Total : 24 mins ● Groupe MICT : <ul style="list-style-type: none"> ○ Véloergomètre à résistance manuelle ○ 30 mins d'exercice continu à 65-75% de la FCmax. ○ Intensité progressivement augmentée au cours des 6 semaines <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 et 2 : 65% ▪ 3 et 4 : 70% ▪ 5 et 6 : 75% ○ Charges ajustées à chaque session afin de maintenir la FC désirée ○ Durée totale exercice : 30 mins
Topcuoglu 2016	4 semaines	<ul style="list-style-type: none"> ● 2 groupes : ● STANDARD (20 patients) : <ul style="list-style-type: none"> ○ Physiothérapie classique + programme de rééducation AVC : utilisation du TENS comme analgésique (région épaule et main englobant la région douloureuse) <ul style="list-style-type: none"> ▪ TENS conventionnel : fréquence de 100 Hz, 20 mins par jour) ▪ Cold-pack (20 mins/jour) ▪ Massage rétrograde ▪ Bains de contraste (écossais) ○ + TTT médical : <ul style="list-style-type: none"> ▪ AINS : diclofenac et paracetamol utilisés

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Commencé juste après le diagnostic et fini à la fin de l'étude • EXERCICE AEROBIES + physiothérapie (20 patients) : <ul style="list-style-type: none"> ○ Programme d'ergomètre (manivelle à bras : MONARK) + programme rééducation AVC (neurophy, posturaux, coordination, AVQ) : 4 semaines <ul style="list-style-type: none"> ▪ Intensité : <ul style="list-style-type: none"> • 5W/min ▪ Fréquence : <ul style="list-style-type: none"> • 5 jours par semaine • 30 mins par jour ▪ Superviseur : <ul style="list-style-type: none"> • Médecin responsable de l'unité de réadaptation cardiopulmonaire ▪ Outil : <ul style="list-style-type: none"> • Appareil d'ergométrie de 35 cm • Résistance et synchronisation réglable • Cycle de bras
Alsouhibani 2019	1 session de familiarisation et 2 sessions expérimentales séparées d'une semaine	<ul style="list-style-type: none"> • Les participants ont participé à une session de familiarisation et à deux sessions expérimentales randomisées et contrebalancées (exercice isométrique ou repos calme) qui étaient séparées d'une semaine. • Exercice : <ul style="list-style-type: none"> ○ Contraction isométrique (30% MIVC) pendant 3 mins en position assise (hanche et genou 90°). Pied droit aligné avec pied métallique de la table

		<ul style="list-style-type: none"> ○ Dynamomètre stabilisé au dessus de la malléole ○ Patients double sangle (genou et hanche) ○ Consignes : <ul style="list-style-type: none"> ▪ croiser les bras et tendre le genou ▪ Atteindre la force affichée sur le moniteur + encouragements pendant 3 mins ○ EVALUATION de l'effort perçu entre 0 et 10 (0 : rien du tout et 10 très très fort) et intensité de la douleur avec utilisation NRS avec 3 mesures (début, mi chemin et fin).
Maharaj 2018	12 semaines	<ul style="list-style-type: none"> • Gymnase réhabilitation • 30 mins exo, 3 fois par semaine en alternant les jours • 12 semaines au total • Description aux patients des exercices • Groupe aérobie <ul style="list-style-type: none"> ○ 3 phases : <ul style="list-style-type: none"> ▪ échauffement , aérobie et récupération <ul style="list-style-type: none"> • Echauffement et récup : pédalage pendant 5 mins sans résistance • Phase aérobie : 20 mins avec faible résistance de 40% de la FCM (220-âge) pour 6 premières semaines et augmentés à 65%pour les 6 semaines restantes • Groupe exo progressif : <ul style="list-style-type: none"> ○ Echauf + récup : étirement Q, IJ, TA, TS bilatéral ○ Exo : utilisation banc Q pendant 20 mins

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intensité exo : 40% maximum résistance 1 rép (1-RM) ou du poids maximal qui pourrait être soulevé. <p>1-RM mesuré lors première séance et chaque semaine pour pouvoir augmenter la charge avec progression</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 2 séries de 10 rép de 5 mins avec intervalles repos 3 à 5s entre les rép. ○ Après 6 semaines, augmentation à 65% 1-RM <ul style="list-style-type: none"> 3 séries de 10 rép pendant 5 mins <ul style="list-style-type: none"> ▪ 2 à 3 secondes entre les rép Per exos : PA, SAT, FC mesurée ▪ Suivi pour fatigue, dyspnée, détresse respi, transpis +++, démarche instable <p>Groupe contrôle a regardé, conseils</p> <p>Inversion groupes à la fin</p> <p>Etude menées par thérapeutes expérimentés programme neuro et exo et ne savant pas objectif étude</p>
<p>Chuganji 2016</p>	<p>8 semaines</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Avant intervention → rats du groupe im + exercice → acclimatés au tapis roulant sans courir (30 mins/par jour pendant 1 semaine) • Intervention : course forée sur tapis (15 m/min, 30 mins/jour et 5 jours/semaine) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Immobilisation poursuivie pendant la course sur tapis roulant ▪ Ils ont donc utilisé leur 3 membres non immobilisés (antérieurs bilat et postérieur gauche)

Farzad 2018	4 semaines	<ul style="list-style-type: none"> • 3 séances d'accoutumance à nager pendant 1 semaine (courtes séances avec 5 mins de repos). Après ça → nerf sciatique resseré pour induire douleur méca dans les groupes CCI et CCISW • Cinq fois par semaine → pendant 4 semaines donc 20 sessions • Durée de chaque session progressivement allongé <ul style="list-style-type: none"> ○ Initialement 10 mins d'exercice avec 5 mins de repos • Chaque animal était surveillé pendant l'exercice
Jones 2019	Expérience 15 mins (+ 5 mins échauffement) groupe aérobie Groupe activité lumineuse : 20 mins	<ul style="list-style-type: none"> • Exercice aérobie : <ul style="list-style-type: none"> ○ Utilisation d'un vélo ergométrique stationnaire <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesures FC au repos avant exercice et exercice (formule avec l'âge) → valeurs pour 60-70% de la FC ont été calculées ○ Echauffement 5 mins à 50W puis augmentation de l'intensité afin d'atteindre 60 à 70% de la réserve de la FC. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Maintien intensité pendant 15 mins <ul style="list-style-type: none"> • Mesures FC et évaluation effort perçu (échelle de Borg) toutes les 1 min 30 • Activité lumineuse, légère : <ul style="list-style-type: none"> ○ 20 mins ○ Choisie plutôt que le repos calme afin de voir si ça réduisait ou empêchait l'accoutumance au PEA ○ Assis sur un vélo + pédalage lentement contre légère résistance (0,5 kg de force)

<p>Rizo 2019</p>	<p>5 semaines consécutives</p>	<p>5 semaines consécutives car activation neuronale augmente après 4 semaines d'entraînement excentrique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Début : 3 à 7 jours après la fin des tests de base, pendant heures de travail et dans les locaux de l'université • Fréquence : 10 séances, 2 fois par semaine • Durée : 25-30 mins exercice unilatéral Trapèze sup • Outil : utilisation d'un dynamomètre d'épaule • Mise en place : <ul style="list-style-type: none"> ○ Dynamomètre placé à 3 cm en médial acromion. ○ Encouragement à effectuer un haussement isométrique pendant 3 secondes. ○ Pause de 2 mins entre chaque test ○ Valeur moyenne utilisée afin d'ajuster la charge pendant l'entraînement ○ Déroulement : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Echauffement 5 mins, pause 2 mins puis début ▪ Instructions : effectuer l'exercice excentrique en contrebalancant le mouvement de l'épaule. Contrer la force verticale descendante exercée de la position haute à basse. ○ Séries : 3x10 à 60% de la CVM initiale (sessions 1-3), 3x8 rép (70% CVMinit, session 4-6), 3x6 (90% CVM init, session 7-10). <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pause 3 secondes entre contractions ▪ 2 mins entre chaque série
-----------------------------	--------------------------------	--

Annexe XII : Tableau récapitulatif de l'analyse méthodologique des études

Etude	Taille échantillon	Suivi étude	Nombre de mesures	Description groupes	Hypothèses discussion	Description claire des résultats	Allocation- Intervention aveugle	Limites en mentionnées
1	37 initialement 9 perdues de vues 28 hommes inclus →Ok Calculs faits (taille effets, G power avec puissance à 80%)	>Continu >Prises en Compte des Perdus de Vue	>3 mesures >Moyennes utilisées	Bien distincts entre exercice à haute intensité et modérée.	>Présentes. Réflexion conduite >Compréhension et explication des résultats	Schémas présents appuient les données Pré et post intervention	>Randomisation >Pas aveugles pour répartition des groupes mais pour but de cette étude Experts pas en aveugle (influence des résultats)	+
2	52 initialement 10 PDV >Informations peu clairs au sujet de la puissance étude et taille effet	>Continu > PEC des perdues de vue >Ensemble de l'étude	>2 (pré et post intervention)	>Distinction faite >Base line + questionnaire	>Ouverture autres littérature avec hypothèses	++ Tableaux concis et synthétiques Suivant les critères	>ECR + évaluateur en aveugle	+
3	39 sujets dont 15 femmes en bonne santé	>Continu >PEC des perdus de vue	>7 mesures entre chaque session exp pour PTT Questionnaires	Rappel des caractéristiques des patients Baseline ++	+	Très bien décrits Avant et après expérimentation	ECR experimental crossover study	+

			+++					
4	154 initialement 136 inclus dans l'étude Puissance étude > 80% Taille effet mesurée	Programme construit sur la durée Prise en compte de leurs autres activités	>3 mesures (pré, milieu et post intervention)	3 groupes distincts Baseline	>Hypothèses comparatives faites avec résultats + autres études	++ Comparaison entre les groupes	>ECR Multicentrique Allocation randomisée Patients et superviseurs en aveugle	+
5	36 rats inclus dans l'étude Manque informations sur puissance étude et taille effet	Suivi ++ car animaux, regroupés dans des cages pour expérience	Mesures : avant Im et chaque semaine (8)	3 groupes distincts avec un groupe contrôle	++	Manque de clarté et identification par rapport aux différents critères de jugement	>ECR Groupe contrôle limite biais de mesure	+/- Manque de détails
6	35 rats mais inclus Puissance étude corrélée avec taille effet ++	Suivi ++ Séances d'habitation avant programme	Mesures ++ avant et après opération chaque semaine puis 18h après dernière	5 groupes distincts dont 1 contrôle	>Hypothèses mis en relation afin d'expliquer la corrélation entre programme et les effets sur les critères de jugement	++ Graphiques explicites + résultats pour chaque critère	>ECR	+
7	20 participants dont 4 exclus	Suivi ++ PEC des perdus de vue	Mesures : 2 Avant et après phase exercice	Groupe aérobie et groupe travail intensité	++ Hypothèses comparatives aux	Résultats bien décrits pour chaque critère	>ECR Manque informations sur allocation et aspect	+

	Taille d'effet évaluée entre 15 et 16 participants Puissance étude >80%		Delta entre les 2 ++	lumineuse	autres études	Graphiques ++	aveugle (patients et intervenants) Intervenants pas en aveugle pour utilisation algomètres Allocation aléatoire groupes	
8	19 patientes avec NSP/ 20 contrôles 18 patient(es) requises pour avoir une puissance d'étude >80%	Suivi ++ Appuis intéressant des questionnaires	2 mesures utilisées pour les critères de jugement et pour analyse statistiques	Groupe expérimental (travail excentrique) Et groupe contrôle Critères d'inclusion et exclusion précis	++ Hypothèses expliquant les résultats de l'étude Comparaison aux autres littératures	+ Manque de schémas explicatifs Difficulté à retrouver l'ensemble des informations	>ECR Même examinateur en aveugle Allocation faite	+

