



Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et Réadaptation

Pays de la Loire

54, rue de la Baugerie – 44230 SAINT-SEBASTIEN SUR LOIRE

**EVALUATION DES PARAMETRES PSYCHOMETRIQUES
DU TEST PRESSURE PAIN THRESHOLD
CHEZ LES PATIENTS ATTEINTS DE CERVICALGIE CHRONIQUE,
OUTIL EVALUANT L'HYPERALGESIE SECONDAIRE,
SIGNE DE SENSIBILISATION CENTRALE
Revue de littérature**

CAROLINE LE FAILLER

Mémoire UE28

Semestre 10

Année scolaire : 2021-2022

REGION DES PAYS DE LA LOIRE



AVERTISSEMENT

Les mémoires des étudiants de l'Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et de la Réadaptation sont réalisés au cours de la dernière année de formation MK.

Ils réclament une lecture critique. Les opinions exprimées n'engagent que les auteurs. Ces travaux ne peuvent faire l'objet d'une publication, en tout ou partie, sans l'accord des auteurs et de l'IFM3R.

Remerciements

Je tiens à remercier mon directeur de mémoire pour son accompagnement et ses conseils éclairés qui furent indispensables à la réalisation de cet écrit.

Merci à ma mère et à toute ma famille pour leur soutien indéfectible et précieux dans mon projet d'études.

Je souhaite également remercier mes amis qui m'ont encouragé au cours de ces 4 années.

Enfin, je tiens à remercier les personnes ayant contribué à la réalisation de cet écrit, pour leurs conseils et le temps qu'ils m'ont accordé.

RESUME

Introduction - Fréquente et couteuse, la cervicalgie chronique représente un enjeu de santé publique majeur. Divers phénomènes physiologiques entretiendraient sa chronicité, et provoqueraient des symptômes, notamment une hyperalgésie primaire et secondaire. Des études utilisent les seuils de douleur à la pression pour évaluer la présence de cette dernière, indice d'une sensibilisation centrale.

Objectif principal - Evaluer les paramètres psychométriques des tests de seuil de douleur à la pression sur les zones anatomiques à distance du cou chez les patients atteints de cervicalgies chroniques.

Méthode - Une revue de littérature est menée en mars 2022 sur PEDro®, PubMed®, ScienceDirect®, CochraneLibrary® et LiSSa®. Des études transversales sont sélectionnées en l'absence de plus haut niveau de preuve. Leur qualité méthodologique est évaluée grâce à la grille AXIS, ainsi que la correcte utilisation des outils statistiques.

Résultats - Les 5 études transversales sélectionnées comptabilisent un total 192 sujets. Une tendance souligne au niveau de l'épaule une diminution du seuil de douleur à la pression chez les patients atteints de cervicalgie et une bonne fiabilité intra opérateur. Cependant, la faible taille de l'effet, le faible niveau de preuve des études, et les données statistiques ne permettent pas de conclure sur la qualité psychométrique du test.

Discussion - Des biais ont été observés, notamment de sélection, de reporting et une utilisation parfois incorrecte des outils statistiques réduisent l'intérêt des études. En l'absence de gold standard, l'évaluation de l'hyperalgésie par seulement les tests sensoriels quantitatifs ne permet pas de conclure sur la présence de sensibilisation centrale.

MOTS CLEFS

Cervicalgie chronique

Seuil de douleur à la pression

Hyperalgésie secondaire

Propriétés psychométriques

Sensibilisation centrale

ABSTRACT

Introduction - Chronic neck pain is a frequent and costly disease which represents a major public health issue. Various physiological phenomena in the central nervous system can maintain its chronicity, and lead to various symptoms, including primary and secondary hyperalgesia. Clinical studies uses pressure pain threshold tests to measure secondary hyperalgesia which is considered to be an evidence of central sensitization.

Objective - Assess the psychometric properties of pressure pain thresholds tests on remote anatomical zones from the neck in patients with chronic neck pain.

Methods - A systematic review was performed in March 2022 on five databases: PEDro®, PubMed®, ScienceDirect®, CochraneLibrary® et LiSSa®. Cross-sectional studies were selected in absence of high level of evidence studies. Their methodological quality and the appropriate use of statistical tools were assessed with the AXIS scale.

Results - Five cross-sectional studies were selected, with a total of 192 subjects. A trend was observed on the shoulder zone, showing a reduction of pressure pain threshold (PPT) on subjects with chronic neck pain. Excellent intra-operator reliability was detected. However, it was not possible to conclude on the psychometric qualities of PPT tests due to low effect sizes, weak level of evidence and statistical data.

Discussion - Biases of selection and reporting were observed as well as incorrect use of statistical tools in few studies. Without gold standard test, hyperalgesia assessment with only the use of quantitative sensory tests such as PPT tests cannot highlight the presence of central sensitization.

KEY WORDS

Chronic Neck pain

Pressure Pain Threshold

Central sensitization

Psychometric properties

Hyperalgesia

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION.....	1
2	CADRE CONCEPTUEL	2
2.1	Les cervicalgies	2
2.2	Quand la nociception mène à la sensibilisation centrale	7
2.3	Diagnostic de la sensibilisation centrale dans les cervicalgies.....	13
3	QUESTIONNEMENTS, PROBLEMATISATION ET HYPOTHESES	21
4	MATERIEL ET METHODES	22
4.1	Mots clefs utilisés	22
4.2	Critères PICO de la question de recherche diagnostique	23
4.3	Stratégie de recherche.....	24
4.4	Equations de recherche	24
4.5	Critères d'inclusion.....	25
4.6	Critères d'exclusion.....	26
4.7	Processus de sélection des articles.....	26
4.8	Démarche d'évaluation de la qualité méthodologique et statistique des études.....	27
4.9	Démarche de classification des résultats	31
5	RESULTATS	32
5.1	Description de la nature des études sélectionnées et des populations	32
5.2	Méthodologie des études	35
5.3	Les résultats de la revue de littérature	37
6	DISCUSSION	42
6.1	Synthèse des résultats	42
6.2	Niveau de preuve et qualité des articles	43
6.3	Critique de la revue.....	46
6.4	Applicabilité en pratique clinique et perspectives professionnelles	47
6.5	Perspectives pour la recherche.....	48
7	CONCLUSION	50

BIBLIOGRAPHIE

Table des abréviations, sigles et acronymes par ordre alphabétique

Table des illustrations - Tableaux

Table des illustrations - Figures

ANNEXES.....de I à XVIII

1 INTRODUCTION

D'après la HAS (Haute Autorité de Santé), 2.7 % des patients auraient consulté un médecin traitant en 2009 pour une cervicalgie, avec un pic observé entre 40 et 49 ans (1). En France, avec une prévalence de 23 % chez les femmes et de 16% chez les hommes au cours des 12 derniers mois, la cervicalgie est un mal fréquent et donc un sujet de santé publique (1). En effet, ces épisodes impacteraient la vie personnelle et professionnelle des personnes concernées, mais aussi le système de santé par les coûts qu'ils induisent (frais de santé, arrêt maladie etc.). La cervicalgie serait la 4^{ème} cause d'incapacité après les douleurs lombaires, la dépression et les divers troubles musculo-squelettiques (1). Sa chronicisation peut mener les patients vers un déconditionnement physique, un arrêt de travail, un isolement et une exclusion, une dévalorisation de soi ou une addiction aux antalgiques.

Dans son article publié en 1883, W Allen Sturge MD fut le premier à envisagé une possible «*commotion du système nerveux central*» dans le cadre de douleur cardiaque ischémique (2). Depuis, le concept de «*sensibilisation centrale*» s'est étayé. Woolf parle d'hypersensibilité centrale, résultat direct d'une augmentation du signal sensoriel dans le système nerveux central (SNC) (2). Ce mécanisme serait à l'origine de la chronicisation de la douleur chez certains patients, en l'absence de lésion diagnostiquée. Il induirait des manifestations physiologiques de type allodynie et hyperalgésie. Cette dernière a été remarquée sur la zone anatomique douloureuse et à distance. On parle alors respectivement d'hyperalgésie primaire ou secondaire. Les études utilisent divers outils de mesure quantitatifs pour identifier ces manifestations, notamment les seuils de douleurs à la pression via des algomètres.

L'objectif de ce travail d'initiation à la recherche est de réaliser une revue de littérature afin d'évaluer les paramètres psychométriques des tests de seuil de douleur à la pression sur les zones anatomiques à distance du cou chez les patients atteints de cervicalgies chroniques.

Cet écrit expose le cadre conceptuel avec la définition des éléments clefs du sujet dans le cadre conceptuel. Une présentation de la cervicalgie et de ses caractéristiques sera réalisée. Puis, la notion de douleur et de voie de la nociception seront abordées afin de comprendre les phénomènes de sensibilisation. Un point sur les outils de diagnostic de la sensibilisation centrale à disposition des cliniciens précédera les explications sur les critères psychométriques attendues pour valider la qualité du test de seuil de douleur à la pression. Dans un second temps, la problématisation, la méthodologie et les résultats de la question de recherche seront détaillés. Cet écrit se poursuivra par une discussion sur les qualités et limites de cette revue,

ainsi que sur l'applicabilité clinique ou non des résultats. Enfin, la conclusion apportera des éléments d'ouverture et des pistes pour poursuivre les avancées.

L'objectif pédagogique de cette revue de littérature est d'acquérir des clefs de compréhension et d'évaluation des mécanismes des douleurs chroniques, notamment chez les patients atteints de cervicalgies afin d'adapter une stratégie thérapeutique aux besoins du patient.

2 CADRE CONCEPTUEL

2.1 Les cervicalgies

2.1.1 Définition et épidémiologie

D'après la Haute Autorité de Santé (HAS), les cervicalgies « regroupent l'ensemble des douleurs de la région cervicale » (3). L'International Association for the Study of Pain (IASP) les définit comme « des douleurs résultant de n'importe quel point sur la région anatomique délimitée par la ligne nuchale supérieure et par une ligne transverse imaginaire passant de la pointe du processus épineux de la première vertèbre thoracique aux plans sagittaux tangentiels de la limite latérale du cou » (4).

La HAS estime que 2/3 de la population aura dans sa vie un épisode de cervicalgie (1) et 1/5 présentera un épisode de cervicalgie de plus de 30 jours dans l'année écoulée (5). La fréquence des cervicalgies non spécifiques (voir définition ci-dessous) est de 1.7 % à 11.5 % de la population générale américaine selon la Neck Pain Task Force (NPTF) (6). En France, la prévalence des douleurs cervicales serait de 23 % chez les femmes et de 16 % chez les hommes au cours des 12 derniers mois (1). La prévalence augmente avec l'âge (7) et prédomine dans la cinquième décennie (8) et entre 70-74 pour ensuite diminuer dans les populations d'un âge plus avancé (7). Au cours d'une enquête Handicap-Santé réalisée en 2008-2009, 6.8 % des personnes interrogées déclaraient souffrir de cervicalgie durant celle-ci (1).

En 2009, 2.7 % des patients auraient consulté un médecin traitant pour une cervicalgie, avec un pic observé entre 40 et 49 ans (1). La rééducation du rachis cervical concerne 10 % des actes des kinésithérapeutes (6). Les cervicalgies ont un impact important sur le travail, les loisirs et la qualité de vie des patients qui en sont atteints (4).

2.1.2 Facteurs de risque de chronicisation des cervicalgies (drapeaux jaunes)

La cervicalgie est un trouble multifactoriel favorisé par des facteurs de risques modifiables ou non (7). Les femmes sédentaires fumeuses entre 40 et 50 ans, avec une psychopathologie (dépression, anxiété, somatisation...), des troubles du sommeil, adoptant de mauvaises postures et évoluant dans un mauvais climat social au travail sont plus à risque de développer un épisode de cervicalgie (4). L'âge avancé, un niveau social faible et des antécédents de lombalgie sont autant de facteurs non modifiables qui entretiennent la cervicalgie. L'absence d'activités physiques, un travail devant un ordinateur ou encore de stress sont des facteurs modifiables.

2.1.3 Biomécanique de la région cervicale

La région cervicale, communément appelée le cou assure la jonction entre la tête et le thorax (9). Sa vocation fonctionnelle est double. Elle assure à la fois la stabilité (port de la tête) et la mobilité (de la tête dans différentes amplitudes) (9). Elle est composée de 7 vertèbres cervicales séparées par des disques intervertébraux relativement épais par rapport à la taille de la vertèbre favorisant sa mobilité (9). Les uncus localisés sur les vertèbres cervicales et de forme aplatie garantissent quant à eux la stabilité. De nombreux muscles intrinsèques (mono, bi- et tri-articulaires) au rachis cervical, mais également extrinsèques (trapèzes, scalènes, SCOM (Sterno-cleïdo-Occipito-Mastoïdien), élévateurs de la scapula...) assurent la stabilité active de la région (9). La région des épaules est donc liée tant à la stabilité qu'à la mobilité du cou. Le rachis cervical est fréquemment concerné par les pathologies rhumatismales de type arthrose du fait de la charge qu'elle supporte (la tête) et par sa grande mobilité (9). Cette dernière caractéristique facilite les traumatismes de type « coup du lapin » (détaillé ci-après) ou entorse cervicale (9).

2.1.4 Classifications des cervicalgies

2.1.4.1 Selon l'étiologie

La HAS classe les cervicalgies selon **trois origines majeures** : mécaniques, traumatiques ou dégénératives (4). Les douleurs **mécaniques** se réfèrent à une douleur n'ayant pas pour origine un traumatisme, une pathologie inflammatoire ou d'autres pathologies identifiables. Il s'agit donc d'une condition issue d'un **diagnostic d'exclusion** (4). Le terme de cervicalgie mécanique est large et inclut les douleurs provoquées par un mouvement, une activité ou une posture non habituelle, ou bien par des contraintes néfastes répétées, statiques ou soumises à

une charge élevée (4). Le terme de **cervicalgie non spécifique** est aussi utilisé en l'absence d'origine **traumatique** (whiplash en anglais, fracture, subluxation..) ou **dégénérative** (arthrose, inflammation...) (4).

Concernant les cervicalgies traumatiques, elles incluent celles suite à un coup du lapin ou whiplash en anglais. Leur mécanisme d'apparition associe à la fois une accélération et une décélération avec transfert d'énergie au niveau du rachis cervical lors d'un traumatisme (6). Le rachis cervical supérieur réalise une flexion et une rétraction : le menton et l'occiput partent en arrière de la poitrine (10). La classification étiologique des guidelines relative aux cervicalgies consécutives à un whiplash, dites Whiplash-associated Disorder en anglais (WAD) diffère d'une source à l'autre.

- La HAS fait la distinction entre les cervicalgies non spécifiques et celles consécutives à un coup du lapin. Cependant, elle ne mentionne pas clairement l'origine traumatique de cette dernière (3). Ses recommandations pour la pratique clinique émises incluent à la fois les cervicalgies communes et celles dans le cadre d'un whiplash (3).
- Des sources anglo-saxonnes incluent quant à elles clairement le WAD comme une cervicalgie non spécifique en l'absence de fracture et de déficits neurologiques objectivés par les examens cliniques (11).

L'étude de Verhagen a analysé l'évolution de la douleur, des fonctions et de la récupération de 804 patients souffrant de douleurs cervicales (avec ou sans whiplash) aiguës, subaiguës et chroniques (supérieures à 3 mois) (12). Elle conclut qu'il n'y a pas de différence significative clinique entre ces 2 groupes, ce qui justifie le choix de la HAS de ne pas différencier la prise en charge des patients atteints de WAD de ceux atteints de cervicalgies non spécifiques (3).

2.1.4.2 Selon le grade de sévérité des cervicalgies

Le NPTF propose une classification en 4 grades de sévérité pour les patients atteints de cervicalgie (6).

- Le **Grade I** concerne les patients ne présentant aucun signe ni symptôme évoquant une pathologie structurelle majeure et avec un impact mineur sur les activités de la vie quotidienne (6).
- Le **Grade II** fait référence aux patients ne présentant aucun signe ni symptôme évoquant une pathologie structurelle majeure, mais rencontrant des interférences importantes avec les activités de la vie quotidienne (6).

- Concernant le **Grade III**, malgré l'absence de signes ou de symptômes de pathologie majeure, des signes neurologiques sont présents tels qu'une diminution des ROT (Réflexes Ostéo Tendineux), avec la faiblesse et/ou les déficits sensoriels (6).
- Enfin, le **Grade IV** de la cervicalgie intègre à la fois des signes ou symptômes de pathologie structurelle majeure (fracture, myélopathie cervicale, maladie systémique...) (6). Ce grade fait référence à la présence de red flags (développés au paragraphe 2.1.4).

La HAS reprend cette classification de la NPTF (6) pour les cervicalgies après whiplash. « 5 stades stades sont proposés pour répartir les désordres clinico-anatomiques :

- stade 0 : plainte non spécifique de la région cervicale sans signe clinique objectivable ;
- stade 1 : douleur générale du cou sans signe ;
- stade 2 : plainte cervicale et signes limités à la musculature cervicale ;
- stade 3 : plainte cervicale et signes neurologiques (névralgies cervico-brachiales, myélopathie, atteinte médullaire) ;
- stade 4 : douleur cervicale et fracture, dislocation du rachis » (6).

2.1.5 Prise en charge des cervicalgies non spécifiques et après whiplash

La HAS indique qu'au stade chronique (douleurs supérieures à 3 mois), la prise en charge des cervicalgies non spécifiques et suite à un whiplash de grade I et II sont semblables (6). La mise au repos de la région cervicale doit être très brève et proposée lors d'une phase de douleur aigue (3). Il est recommandé d'associer plusieurs traitements kinésithérapiques pour les cervicalgies non spécifiques : techniques antalgiques, articulaires, musculaires, de reprogrammation neuromusculaire et fonctionnelle pour un retour à la vie normale et professionnelle (3). Cette association dépendra des déficits observés au bilan (3). Elle est à l'appréciation du clinicien selon les caractéristiques extrinsèques et intrinsèques du patient.

2.1.6 Les drapeaux rouges de la cervicalgie

Lors d'une première séance, un examen différentiel est nécessaire afin de détecter d'éventuels drapeaux rouges, red flags en anglais (13). Ce triage permet de diminuer les erreurs de diagnostic, de repérer les situations nécessitant une orientation médicale, d'améliorer la prise en charge et de diminuer le coût sanitaire (13). Basé dans un premier temps sur l'anamnèse, l'histoire du patient et les premières observations, l'arbre décisionnel de triage en ANNEXE I permet de guider le raisonnement clinique vers une réorientation médicale en cas de combinaison de drapeaux rouges, ou bien vers un examen clinique standard (palpation, tests résistés et tests de mobilité) ou bien vers un examen clinique spécifique en cas de suspicion de

red flags (13). Cette phase s'applique aux patients atteints de cervicalgie aiguë ou chronique (voir le paragraphe 2.2.2 « Le classement selon la temporalité de la douleur »). Une réévaluation clinique sera nécessaire au cours de la prise en charge selon différents facteurs (évolution de la situation clinique, événement indésirable...).

Dans son guide du triage, l'OMT-France (Organisation for Musculoskeletal Therapy-France) liste sept drapeaux rouges présentant des cervicalgies : **fractures, dysfonctions artérielles, myélopathie, présence d'infection ou de tumeur, maladies systémiques et viscères** (13). Il existe des tests cliniques, des clusters de tests et un algorithme décisionnel utilisable en pratique kinésithérapique pour aiguiller la prise en charge des patients atteints de cervicalgie en phase aiguë et différée (13).

- Dans les 48 heures suivant un traumatisme, le **Cervical C-spine** permet de « *déterminer le besoin d'imagerie diagnostique chez des patients traumatisés et alertes souffrant de cervicalgie* » (13). Avec un ratio de vraisemblance négatif de 0.18, cet algorithme exclut la probabilité de présence d'une fracture cervicale (13).
- Le **cluster de Cook** « *détermine le risque de présenter une myélopathie cervicale* » (13). Une spécificité de 0,99 et un ratio de vraisemblance positif (RV+) de 30.9 ont été démontrés si 3 des 5 tests proposés sont positifs (anomalie à la marche, âge > 45 ans, test de Hoffman, signe de supination inversée, test de Babinsky) (13), ce qui permet d'inclure le diagnostic.
- En présence de symptômes fonctionnels (difficulté à tenir la tête haute, le besoin d'automobilisation, intolérance aux postures statiques prolongées...), les **tests cliniques de Sharp Purser et des ligaments alaires** permettent de déterminer la présence de dysfonction ligamentaire des cervicales supérieures.

2.1.7 Les drapeaux jaunes et les facteurs de risque

Des études prospectives ont démontré que la sévérité de la douleur était liée à des variables psychologiques (7). Le stress, l'anxiété, l'humeur, les émotions, le fonctionnement cognitif, et les comportements liés à la douleur sont des facteurs importants dans le développement de la cervicalgie (7). Des facteurs tels le catastrophisme, les symptômes dépressifs, une mauvaise qualité de sommeil, la consommation d'alcool pourraient également jouer un rôle dans la modification du traitement de la douleur au niveau du système nerveux central. Ces changements pourraient se manifester par une hyperalgésie à distance (7). Pour comprendre ce phénomène, il apparaît nécessaire de s'intéresser aux processus neurophysiologiques impliqués dans la douleur, c'est-à-dire aux mécanismes de la nociception.

2.2 Quand la nociception mène à la sensibilisation centrale

Afin d'appréhender de manière efficiente la prise en charge de patients atteints de cervicalgies chroniques, il apparaît important de bien comprendre ce qu'est la notion de douleur, comment elle est traitée par le système nerveux (voies de la nociception) et les conséquences en cas de dérèglement du système nerveux (la sensibilisation).

2.2.1 Définition de la douleur

Selon l'IASP, la douleur se définit comme « *une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable associée ou ressemblant à celle associée à une lésion tissulaire réelle ou potentielle* » (14). Elle a un rôle protecteur et adaptatif ; elle peut alerter l'organisme des situations menaçantes qui pourraient mener à de réels dommages si elle est ignorée (4). « *Elle est donc ce que la personne qui en est atteinte dit qu'elle est* » (15). Cette définition souligne donc le caractère multidimensionnel de la douleur.

2.2.2 Les composantes de la douleur

Le guide des recommandations de la HAS pour la prise en charge de patients atteints de douleurs chroniques (15) souligne d'ailleurs divers aspects, signes de la douleur chronique devant alerter sont multiples :

- « *résistance à l'analyse clinique et au traitement a priori bien conduit et suivi* ;
- *composante anxieuse, dépressive ou autres manifestations psychopathologiques* ;
- *interprétations ou croyances du patient éloignées des interprétations du médecin concernant la douleur, ses causes, son retentissement ou ses traitements* » (15).

La douleur est multifactorielle et combine des problèmes physiques (soit périphériques, soit centraux), des perturbations biochimiques de différents systèmes notamment immunitaires, des réponses psychologiques (stress), de croyances délétères et des facteurs sociaux, ceux-ci contribuant au mécanisme de la douleur (4,16). Elle est donc un phénomène complexe dont la perception fait intervenir **4 grandes composantes : affective-émotionnelle, sensori-discriminative, cognitive et comportementale** (15). Combinées, celles-ci peuvent concourir au passage de la douleur aiguë à chronique.

2.2.3 Le classement selon la temporalité de la douleur

Une classification selon la **temporalité** de la douleur est couramment utilisée : aiguë, subaiguë ou chronique (4).

Le 11^{ème} Classement International des Maladies (CIM-11 ou ICD-11 en anglais) définit la **douleur aigue** comme une douleur avec une durée inférieure à 3 mois. La HAS définit celle-ci comme « *une douleur récente* » (17) ayant « *une fonction de signal d'alarme permettant à l'être humain de prendre les mesures nécessaires face à un danger* » (17).

Non précisé par l'IASP, le passage d'une douleur aigue à subaiguë n'est pas toujours clair chez les auteurs. La HAS précise que la **douleur subaiguë** est « *présente depuis quelques semaines* » (16) et est à risque de « *passage à la chronicité* » (16).

L'ICD-11 reconnaît la **douleur chronique** comme une maladie (16) et la définit comme une douleur qui persiste au-delà de 3 mois, en l'absence d'une situation menaçante pour l'organisme (16). Elle perd alors son rôle protecteur pour devenir une source de réduction de fonction, d'altération de l'humeur, de diminution voire réduction de la qualité de vie (4,16). A noter que les lecteurs doivent vérifier la définition de la douleur chronique car celle-ci peut être une douleur supérieure à 1 an dans certaines études (18). La nomenclature de l'ICD-11 reconnaît comme maladie les **douleurs chroniques musculo-squelettiques primaires et secondaires** (16). Les douleurs musculo-squelettiques sont définies comme une douleur d'origine musculaire, osseuse, tendineuse, ou ligamentaire. Celles d'ordre **chronique primaire** sont caractérisées par une détresse émotionnelle significative (anxiété, colère / frustration ou humeur dépressive), ou par un handicap fonctionnel qui interfère dans les activités de la vie quotidienne et la participation sociale (16). Quant aux douleurs chroniques **secondaires**, ce groupe hétérogène a pour origine **une nociception persistante** (définition au paragraphe 2.2.5) au niveau des articulations, des os, (...) avec des **étiologies** locales et **systémiques**, mais également liées à des **lésions somatiques profondes**. La douleur peut être spontanée ou induite par le mouvement (16). Cette persistance de la nociception est à l'origine des douleurs dites nociplastiques, à différencier des douleurs neuropathiques et nociceptives.

2.2.4 Catégories de douleur de l'IASP selon leur mécanisme physiopathologique

La **douleur nociceptive** survient suite à un dommage réel ou menaçant des structures non nerveuses, via l'activation des nocicepteurs (exemple d'une coupure de la peau avec un objet tranchant) (19). Les nocicepteurs sont des récepteurs sensitifs avec un seuil élevé de détection du système nerveux périphérique somatosensoriel qui sont capables de transcrire et d'encoder des stimuli douloureux (19).

La **douleur neuropathique** est secondaire à une lésion du système nerveux somatosensoriel (exemple avec la lésion des axones d'un nerf) (19). Elle doit répondre à des critères établis de diagnostic neurologique (19,20).

Les douleurs neuropathique et nociceptive impliquent donc une lésion tissulaire et excluent toutes douleurs ayant pour origine un dysfonctionnement du système somatosensoriel lui-même, sans lésion (20). Suite à ce constat, l'IASP a proposé de définir un 3^{ème} type de douleur pour combler ce vide taxinomique : la **douleur nociplastique** (20). Elle survient suite à **l'altération du système de nociception en l'absence de preuve d'une lésion tissulaire** (réelle ou potentielle) causant une activation des nocicepteurs périphériques ; ou sans évidence de lésion ou maladie affectant le système somato-sensoriel causant la douleur (19,21,22). On parle également de douleur dysfonctionnelle, qui fait référence au dysfonctionnement des systèmes de contrôle de la douleur (17). Cette dysfonction de la nociception peut être **primitive** (cas de la fibromyalgie) ou **secondaire** à une douleur nociceptive ou neuropathique (22).

Certains patients peuvent être atteints par plusieurs types de douleurs ; on parle alors de douleur mixte (19). Une douleur d'origine neuropathique et/ou nociplastique peut faire place à la douleur chronique nociplastique par un phénomène de sensibilisation centrale ou périphérique (19) induit par une modification du système de la nociception.

2.2.5 La physiologie de la nociception

La nociception se définit comme « *le process neural d'encodage d'un stimulus nuisible ; elle est associée avec la douleur* » (4). C'est le processus sensoriel à l'origine du message nerveux qui provoque la douleur. Cette douleur peut être modulée et peut dysfonctionner à plusieurs niveaux. Ils sont détaillés dans l'ANNEXE II.

- Les **voies ascendantes** intègrent une succession de 3 neurones qui font synapse dans la corne dorsale de la moelle épinière. Ils transmettent les stimuli douloureux (23).
- La voie ascendante traite donc le message nociceptif de sa genèse à sa perception par le SNC. Elle est composée de 4 étapes (la transduction, l'encodage, la transmission et enfin la perception (4). La modulation de ce signal douloureux est possible à chaque étape, notamment par les interventions thérapeutiques (4) ou par la pharmacologie (2).
- Le cerveau a également la capacité de moduler le signal nociceptif grâce aux **voies descendantes inhibitrices** permettant notamment un soulagement de la douleur. Commandés par le cortex, le mésencéphale ou le bulbe rachidien, plusieurs systèmes de

filtres composent ces voies descendantes. La théorie du portillon de Ron Melzack (Gate control en anglais) ou le contrôle inhibiteur diffus de la nociception (CIDN) expliquent le fonctionnement de ces voies.

- Des dysfonctions peuvent aussi avoir pour origine les **voies supra-spinales** (au-delà de la moelle épinière). Melzack a développé la théorie de la neuromatrice influante (NMT ou Influential neuromatrix theory en anglais) et parle de neurosignature des douleurs, c'est-à-dire que chaque douleur a une signature particulière au niveau du cerveau.

On parle de sensibilisation centrale si leur activation entretient la douleur qui devient alors chronique et nociplastique. Côté anatomique, il n'existe donc pas de centre précis de la douleur mais plutôt plusieurs circuits neuronaux qui peuvent être sensibilisés. Cette sensibilisation peut être également périphérique sur le site de la douleur et diffère de celle dite centrale.

2.2.6 Les types de sensibilisation

Selon l'IASP, la **sensibilisation** se définit comme une augmentation de la réponse d'un neurone nociceptif à un stimulus normal et/ou à son recrutement alors que le stimulus est sous le seuil normal d'excitabilité (4,19). Elle comprend donc une diminution du seuil de la douleur et une augmentation de sa réponse supraliminaire (au dessus du seuil) (19). Ce terme de neurophysiologie peut être utilisé quand à la fois les **afférences et les efférences** du système nerveux sont impliquées (19). Le terme « potentialisation à long terme » (Long-term Potentiation en anglais) est utilisé pour décrire le renforcement de la connexion entre le neurone afférent et le neurone secondaire (22), processus biologique qui entraîne une sur-stimulation au niveau des synapses (4).

Ce système de sensibilisation est une protection du corps humain car il s'adapte. Cependant, il arrive que ce mécanisme dysfonctionne et mène à des problèmes de type douleur disproportionnée du fait d'une sensibilité somatosensorielle (4). Cette sensibilisation peut être de 2 types : périphérique et centrale. Les conséquences sont importantes, notamment des douleurs permanentes, intermittentes ou encore paroxystiques lors d'un mouvement ou au toucher (4). La sensibilisation est « *étroitement liée aux douleurs nociplastiques* » (21).

La **sensibilisation périphérique (SP)** est définie par l'IASP comme une augmentation de la réactivité et la réduction du seuil des neurones nociceptifs en périphérie suite à la stimulation de leurs zones de réception (19). Elle toucherait donc la zone distale des neurones sensoriels périphériques. Elle peut causer plusieurs mécanismes, notamment la sécrétion de médiateurs

et cellules inflammatoires dans le tissu (4,23). Cette réaction inflammatoire entrainerait la mécanosensibilité du nerf au mouvement (4) par l'abaissement du seuil de dépolarisation induisant la création d'un message douloureux au-dessous du seuil normal (23). Un récepteur mécanosensible détecte alors un stimulus mécanique qu'il perçoit comme nociceptif.

La **sensibilisation centrale** (SC) est un terme utilisé pour la première fois en 2000 par Yunus (24) pour décrire la physiopathologie de la douleur dans la fibromyalgie. Ce concept a ensuite été étendu à d'autres problèmes (maux de tête, côlon irritable, fatigue chronique, cervicalgie chronique...). L'IASP définit comme un phénomène neurophysiologique qui entrainerait une augmentation de l'excitabilité des neurones nociceptifs au niveau du SNC et une diminution du seuil d'activation de ces cellules (19). Elle impacte la physiologie du système somatosensoriel à plusieurs niveaux, notamment le fonctionnement des **voies descendantes inhibitrices de la douleur** qui provoque un contrôle antalgique endogène dysfonctionnel (25) et une **réaction exagérée de la neuromatrice de la douleur** (les neurotags) (25).

L'auteur Butler compare la SC à un système de sécurité d'une maison mal réglé qui s'activerait au passage d'un marcheur dans la rue, déclenchant ainsi l'alarme de manière non justifiée (26). La raison serait une trop haute sensibilité de l'alarme, réglée pour se déclencher à un seuil trop bas. Ainsi, un état de sensibilisation centrale mènerait à des douleurs nociplastiques (26). « *Cette alarme dérégulée (...) serait attribuée à des traces, des empreintes laissées par le passage de la douleur dans les circuits nociceptifs* » (21). Ces traces font référence à la neuromatrice ou aux neuro-signatures décrites par Melzack et ses collaborateurs dans l'ANNEXE II.

La SC fait référence au mécanisme du système neuronal alors que les douleurs nociplastiques font référence aux mécanismes de la douleur (27). La plasticité neuronale est donc à l'origine de la sensibilisation et expliquerait la persistance de la douleur sans stimulation périphérique (21). « *La sensibilisation périphérique est essentielle au développement d'une douleur, mais son maintien repose sur la sensibilisation centrale et la plasticité neuronale* » (22).

A noter que les termes de sensibilisation périphérique et centrale n'ont pas la même définition selon les auteurs. De plus, plusieurs termes peuvent faire référence à la SC et/ou à la SP : la plasticité neuronale du 2nd neurone nociceptif, l'apprentissage du SNC, ou la plasticité de la 1^{ère} synapse avec amplification centrale des fibres nociceptives Aδ etc. Une attention particulière doit être donc portée sur les différentes terminologies présentes dans les articles scientifiques.

2.2.7 Les facteurs favorisant la sensibilisation centrale

Des facteurs biologiques, psychologiques et sociaux sont à l'origine de prédispositions. D'un point de vue biologique, un changement dans la microglie, les astrocytes, les synapses, l'excitabilité des membranes, la transcription de gènes peuvent contribuer au maintien de la sensibilisation centrale (2). Côté psychologique, des antécédents de douleurs prolongées et de traumatismes, le stress et l'anxiété contribuent à la persistance de la douleur (21). Les facteurs de risque psychosociaux sont similaires à ceux énumérés ci-dessus relatifs aux cervicalgies.

2.2.8 Les signes neurophysiologiques

De nombreux phénomènes sont observés dans la sensibilisation : la réorganisation corticale et une neuro-plasticité inadaptée (4). Ces **signes neurophysiologiques** incluent la perte de neurones inhibiteurs, une altération de la neurochimie, une activité gliale en alerte par le phénomène de potentialisation à long terme, un dysfonctionnement des mécanismes de contrôle de la douleur, une réduction des volumes de la substance grise et enfin une altération de l'intégrité structurelle et de la connectivité de la substance blanche (4).

2.2.9 Les symptômes cliniques des sensibilisations

Côté clinique, l'IASP indique que la sensibilisation ne peut être déduite qu'indirectement de divers symptômes et phénomènes (19) : une baisse du seuil de douleur et une augmentation de la réponse au-dessus du seuil (hyperalgésie primaire), une augmentation de la taille du champ récepteur (hyperalgésie secondaire) et une allodynie peuvent également se produire.

Le terme **hyperalgésie** fait référence à une augmentation de la réactivité des fibres nerveuses nociceptive A δ à un stimulus nociceptif en local, entraînant une douleur amplifiée (2,4). La douleur peut également s'étendre à une zone adjacente et/ou à la même zone segmentaire en controlatéral ; on parle alors **d'hyperalgésie secondaire** (2,4). La douleur peut aussi « survivre » au stimulus, et devenir une mémoire de la douleur (4) par la formation de neurosignatures de la douleur au niveau supraspinal. A noter que la **sensibilisation périphérique** des nocicepteurs ou encore **l'hyperalgésie primaire** sont des termes qui font référence à une sorte de **sensibilisation locale** tissulaire en conséquence d'un processus inflammatoire dû à une blessure aigüe (25). Une vigilance particulière devra donc être portée sur la définition de « sensibilisation périphérique » utilisée dans les articles scientifiques. Certains considèrent que la sensibilisation périphérique toucherait le premier neurone et non uniquement son extrémité.

L'allodynie est le terme utilisé lorsqu'une douleur est la conséquence d'un stimulus non nociceptif, induisant une diminution du seuil de la douleur (2). Déclenchée par l'activité des nocicepteurs des fibres A δ et C, la SC s'étend alors aux fibres afférentes myélinisés A β provenant des mécanorécepteurs de bas seuil (23). L'allodynie implique un changement de qualité d'une sensation, qu'elle soit tactile, thermique ou autre et donc une perte de la capacité à spécifier le stimulus sensoriel (19).

L'hyperalgésie (encore appelée hyperesthésie) est une modification relative à la quantité de perception de la douleur alors que l'allodynie est une modification de la reconnaissance de la qualité, c'est à dire du type de douleur. L'ANNEXE II détaille les mécanismes des circuits tactiles normaux et les circuits anormaux (en situation de sensibilisation centrale) menant à l'allodynie et l'hyperalgésie. On parle aussi d'hyperexcitabilité, d'hypersensibilité ou encore de sur réactivité du SNC. Ces 2 phénomènes peuvent se chevaucher et altérer le seuil de reconnaissance de la douleur de la pression et de la température.

Comme indiqué précédemment, l'IASP indique que la sensibilisation ne peut être déduite qu'indirectement de divers symptômes et phénomènes (19) d'un point de vue clinique. En pratique, des outils métrologiques sont utilisés pour identifier la présence d'allodynie ou d'hyperalgésie secondaire, conséquence de la SC. Quels tests orientent vers le diagnostic de SC dans les cervicalgies chroniques ?

2.3 Diagnostic de la sensibilisation centrale dans les cervicalgies

2.3.1 Des recommandations ne faisant pas référence à la sensibilisation centrale

La **HAS** (anciennement nommée l'ANAES ou l'Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé) a publié en 2003 des recommandations pour la pratique concernant la prise en charge des cervicalgies non spécifiques et des cervicalgies après Whiplash. Celles-ci ne mentionnent pas de spécificité de prise en charge des cervicalgies selon la temporalité de la douleur (aigüe, subaigüe et chronique), ou la présence de sensibilisation centrale (3).

La revue médicale américaine **JOSPT** (Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy) a publié en 2017 des guidelines relatives à la prise en charge des cervicalgies (8). Elle reprend quatre catégories de cervicalgies proposé par Fritz et Brennan : 1) avec déficit de mobilité, 2) avec altération de la coordination des mouvements (incluant les WAD), 3) avec maux de tête (dont migraine cervicogénique) et enfin 4) avec douleur irradiante (8). Le JOSPT a publié un modèle d'examen diagnostic et de planification de traitement pour les patients atteints de

cervicalgies en fonction de ces 4 catégories (8). Le JOSPT souligne qu'il est utile de **classifier selon la temporalité de la douleur avant de décider du traitement**. Cependant, elle ne mentionne pas le terme 'sensibilisation centrale', mais décrit le terme « hypersensitivity » (hypersensibilité) comme un symptôme présent chez les patients chroniques de la catégorie « cervicalgies avec altération de la coordination des mouvements (incluant les WAD) » (8).

2.3.2 Intérêts des tests diagnostiques en pratique clinique

Ainsi, les guidelines ne guident pas clairement les cliniciens vers des outils de classification et d'évaluation de la SC dans les cervicalgies chroniques. Cependant, elles conseillent la prise en compte de l'hypersensibilité comme indicateur de la prise en charge des patients.

D'une manière générale, l'intérêt des tests cliniques est de « modifier l'idée du clinicien sur la pathologie musculo-squelettique du patient » (28). Avant d'utiliser un test diagnostique, il faut démontrer qu'il a de bonnes performances, qu'il est fiable et qu'il améliore le devenir du patient (en orientant la prise en charge) et qu'il a un coût acceptable.

L'utilisation de tests cliniques d'évaluation du processus sensoriel a pour buts 1) d'établir la présence de SC ; 2) d'en déterminer la sévérité ; 3) d'évaluer la progression du patient ; 4) et de déterminer le traitement adéquate (29).

2.3.3 Un gold standard pour la sensibilisation centrale ?

Selon le livre de Cleland, un gold standard est « *un critère considéré comme représentant la plus grande chance possible de pouvoir dire avec certitude que la pathologie est bien présente* » (28). En ce qui concerne la sensibilisation centrale, l'article Nijs et al. publié en 2014 mentionne qu'il n'existe pas de gold standard pour la diagnostiquer (25).

Des recherches bibliographiques d'études publiées depuis 2014 et orientées vers le diagnostic de la SC n'a pas permis de trouver de gold standard. Cette recherche effectuée sur PubMed®, à partir de l'équation de recherche « *(gold standard) OR (referent test)) AND ((CENTRAL SENSITISATION) OR SENZITISATION OR (central pain process)* » a donné 30 résultats.

Ainsi, la difficulté de diagnostic de la SC réside dans le fait qu'un faisceau de preuves peut être associé (29). Bien qu'il existe des preuves cohérentes de modifications du traitement central de la nociception chez les personnes atteintes de cervicalgie, la SC n'est pas présente dans toutes les cas. Elle n'est pas une caractéristique de la cervicalgie non spécifique, comme peut l'être la présence obligatoire d'une glycémie à jeun supérieure à 1.26 g/l contrôlée à deux

reprises en l'absence de symptômes pour être un des critères indispensables au diagnostic de diabète (30).

2.3.4 Premier algorithme proposé de la sensibilisation centrale

Une étude de Delph (réunion d'expert et analyse de leur réponse de manière statistique) a défini des critères cliniques (Smart et coll, lionnaise et Schafer) (31), notamment ;

- Une incohérence entre la nature du traumatisme et la douleur,
- Une disproportion entre douleur et l'évènement non mécanique imprévisible,
- Une douleur diffuse, point sensible, peut être en miroir et se déplacer,
- Des facteurs psychosociaux inadaptés (catastrophisme, évitement, croyances, dépression).

En l'absence de gold standard, Nijs et al. ont proposé des critères de classification pour différencier les 3 types de douleur (nociceptive, neuropathique et nociplastique) (25). Cet algorithme n'est pas spécifique à la présence de SC dans les cervicalgies mais son utilisation peut orienter le praticien. Il permet d'exclure les douleurs neuropathiques dans un premier temps, puis celles nociceptives dans un second temps (étapes détaillées en ANNEXE III).

Concernant la 2^{ème} étape, des critères d'évaluation sont proposés sous forme d'arbre décisionnel afin de vérifier l'origine de douleur (générée par la SC ou bien par une afférence sensorielle périphérique venant d'un nocicepteur) (voir Figure 1 ci-dessous).

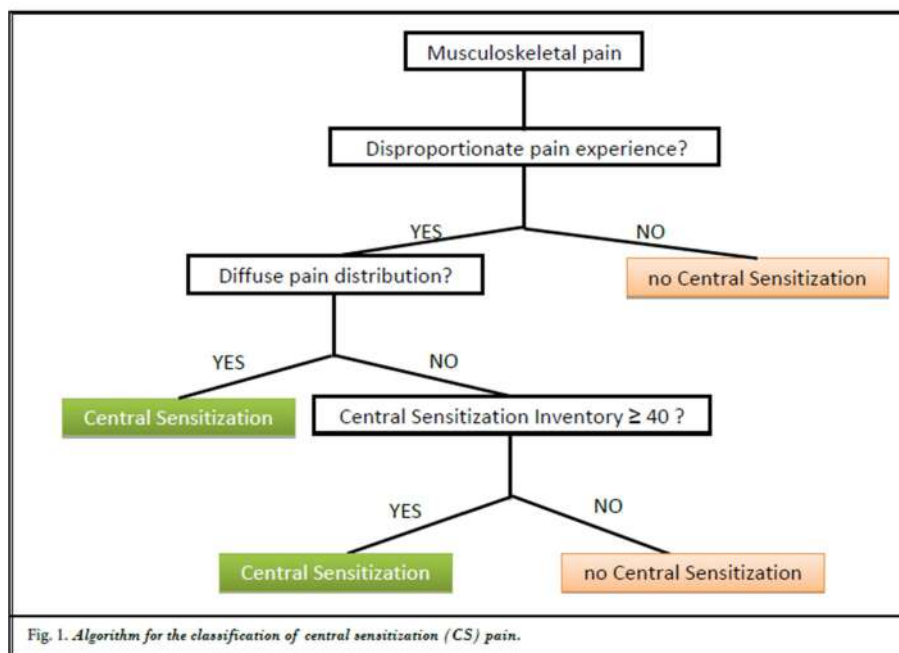


Figure 1 - Algorithme de classification de la douleur liée à la sensibilisation centrale (26)

- Le critère « *Pain experience disproportionate ?* » fait référence à une hyperalgésie sans cause pathologique ou traumatique (25). Après exclusion d'une éventuelle blessure /

pathologie à l'origine des entrées nociceptives, le clinicien évalue la douleur perçue par le patient et ses invalidités. Dès lors que la douleur est disproportionnée, la recherche de nouveaux « indices » est nécessaire pour confirmer/infirmar la présence de SC.

- Le critère « *Diffuse pain distribution ?* » fait référence à la distribution / répartition de la douleur identifiée à partir de l'histoire clinique du patient et de sa body chart. Différents sous critères doivent être remplis : douleurs bilatérales, variation topographique de la douleur sur des régions non liées à une source de nociception présumée, avec une absence de logique neuro-anatomique de distribution de la douleur (exemple avec plusieurs dermatomes concernés), des douleurs diffuses (définie comme une douleur localisée axiale, sur le côté gauche et droit du corps et au-dessus et sous la taille) et/ou enfin une allodynie / hyperalgésie en dehors du segments à l'origine de la nociception primaire.
- Enfin, l'inventaire de sensibilisation centrale (ISC) ou central sensitization inventory (CSI) en anglais est utilisé en cas d'incertitude sur la présence de SC aux 2 étapes précédentes. Ce questionnaire a été développé pour identifier et quantifier les symptômes associés à la SC.

2.3.5 Focus sur les tests utilisés dans la littérature pour évaluer les critères cliniques

Ainsi, en l'absence de gold standard, des outils de mesure quantitatifs et qualitatifs sont utilisés en pratique pour obtenir un « faisceau de preuves » orientant vers la présence de la sensibilisation centrale. Leur utilisation peut s'inscrire dans l'algorithme de Nijs présenté ci-dessus (paragraphe 2.3.4) pour évaluer si la douleur est disproportionnée et/ou si elle s'est étendue à d'autres segments.

L'association de plusieurs critères permettrait donc de confirmer la présence d'une sensibilisation centrale : allodynie tactile, hyperalgésie secondaire, sommation temporelle, séquelle de sensibilité (2). L'évaluation des sensibilités notamment thermo-algique et mécanique est réalisée par des **tests sensoriels quantitatifs** ou quantitative sensory testing en anglais (QST). Ils estiment les réponses aux stimuli physiques contrôlés et quantifiable (4). En 2013, Van Oosterwijcka et al ont réalisé une revue de littérature pour lister les évidences cliniques existantes de la présence de SC chez les patients atteints de cervicalgies chroniques consécutives à un whiplash de grade I à III (32). Des **tests qualitatifs** sont également utilisés dans les études pour évaluer les aspects cognitif, psychologique et social (stress, émotions, surcharge mentale etc.).

2.3.5.1 Stimulations mécaniques des tissus

La réduction du seuil de la douleur à la pression et/ou l'augmentation de la douleur sur la zone douloureuse indiquent la présence d'hyperalgésie primaire (32), signe de SP. Si ces caractéristiques sont observées sur des segments anatomiques à distance de la zone et donc généralisées, on parle d'hyperalgésie étendue ou secondaire, ce qui est une caractéristique de la SC chez les patients atteints de douleurs musculo squelettiques (29,32). Le terme « généralisé » induit que la douleur atteint un segment adjacent non concerné par la douleur nociceptive d'origine (29).

- Il est donc intéressant de mesurer l'hyperalgésie secondaire à la pression, c'est-à-dire sur des sites à distance par des tests QST (32). L'algométrie de pression consiste en l'application d'un stimulus mécanique en profondeur des tissus permettant d'évaluer la douleur au niveau des tissus musculaires, conjonctifs ou des articulations (32). Egalement nommé dolorimètre ou en anglais « pressure algometry » ou « algometer », l'algomètre est l'outil de mesure souvent utilisé en clinique. Il permet de mesurer le seuil de douleur à la pression, c'est-à-dire d'évaluer la sensibilité d'une zone précise (33). On parle de tests de seuil de douleur à la pression (PPT ou Pressure Pain Threshold en anglais).
- Inventé par Fischer, il peut être mécanique, électronique et/ou numérique si relié à un ordinateur. Utilisé de manière manuelle, l'algomètre est composé d'un cadran à aiguille (mécanique) ou d'un écran (électronique) qui renseigne sur le seuil de pression et d'une tige à l'intérieur d'un cylindre. Un embout de 1 cm^2 se trouve à l'extrémité de la tige et permet de transmettre à l'appareil la pression appliquée. La tige de l'algomètre doit être placée à 90° de la zone à évaluer (33). La pression appliquée doit être exercée à une vitesse lente et d'environ $1\text{ kg/cm}^2/\text{s}$. Selon une étude de Chesterton, une différence de sensibilité supérieure à 1 kg/cm^2 implique un changement clinique pertinent après un traitement (33).
- Dans la revue de littérature de Van Oosterwijcka, 16 études sur 22 utilisent la technique d'algométrie de pression à la palpation manuelle ou avec algomètre pour évaluer le seuil de douleur à la pression (32).

Pour évaluer la **sensibilité de la peau** et son seuil de douleur au toucher, des stimuli mécaniques sont appliqués à l'aide des filaments Von Frey Hairs et le Warbenberg Pinwheel (32). Les filaments évaluent la diminution du seuil de détection des mécanorécepteurs et le seuil de perception au touché fin et donc l'hyperalgésie. Ces QTS stimulent les fibres A beta

non nociceptive. On parle d'allodynie si ces stimulations provoquent de la douleur, ce qui n'est pas normal.

De plus, le **Brachial Plexus Provocation Test** (BBPT) est utilisé pour tester la mécanosensibilité des structures nerveuses du membre supérieur. Bien que non validé, ce test semble souligner une hypersensibilité chez les patients atteints de cervicalgies aiguës et chroniques suite à un whiplash. Ce test neurodynamique peut être réalisé en actif et/ou passif (4).

Enfin, le **seuil de perception à la vibration** a également été mesuré à l'aide d'un vibromètre sur des zones à distance des cervicales mais innervé par des nerfs issus des racines C6, C7 et C8. Des seuils plus élevés de perceptions ont été observés chez les patients cervicalgiques.

2.3.5.2 Stimulations thermiques des tissus

Grâce à l'utilisation de thermodes, des protocoles d'études ont voulu évaluer les seuils de la douleur au chaud et au froid chez les patients atteints de cervicalgies. Dans la revue de littérature de Van Oosterwijcka (32), 8 études sur 11 montraient une réduction du seuil de douleur au froid au niveau cervical ; 3 études ne soulignaient pas de modification de ce seuil. D'autre part, 3 études soulignent une réduction de ce seuil au froid, mais exclusivement chez des patients atteints de douleurs sévères.

2.3.5.3 Stimulations électriques

Cette même revue de littérature mentionne que 10 études évaluent la sensibilisation avec des stimulations électriques (32). Elles sont utilisées pour évaluer l'excitabilité des neurones spinaux. Le réflexe de retrait nociceptif (nociceptive withdrawal reflex en anglais) a été testé (32). En effet, deux études ont montré que l'intensité nécessaire pour déclencher ce réflexe était inférieure chez les sujets atteints de cervicalgies modérées à sévères par rapport à des sujets sains.

2.3.5.4 Evaluation qualitative spécifique de la sensibilisation centrale

L'**Inventaire de sensibilisation centrale** est un questionnaire qui est largement utilisé pour étudier 25 symptômes admis comme étant liés à la sensibilisation (notamment le sommeil, difficultés de concentration, sensibilité à la lumière et aux odeurs, stress, syndrome des jambes sans repos...) (34). La revue systématique de Scerbo publiée en 2018 (35) a souligné notamment une excellente fiabilité intra opérateur et une excellente cohérence interne des versions.

2.3.5.5 Tests qualitatifs des fonctions cognitive et comportementale

Certaines études intègrent des tests qualitatifs pour évaluer les variables psychologiques des groupes testés et observer une possible corrélation avec les tests quantitatifs étudiés.

En 2013, Neziri (36) a utilisé le Beck Depression Inventory (**BDI**), le State-Trait Anxiety Inventory (**STAI**), le Catastrophizing Scale of the Coping Strategies Questionnaire (**CSQ**) et le Short Form 36 (**SF-36**). Ces tests ne sont pas spécifiques aux cervicalgies chroniques mais ont été utilisés pour évaluer respectivement la dépression, l'anxiété, le catastrophisme, et enfin la santé mentale et physique des sujets atteints de cervicalgies chroniques.

En 2021, Mata (37) a sélectionné d'autres outils pour évaluer ces éléments subjectifs. Le Neck Disability Index (**NDI**) est un questionnaire d'autoévaluation qui comprend 10 items : douleur, soins personnels, soulevé et port de charges, lecture, maux de tête, concentration, travail, conduite, sommeil et loisirs. Traduit en plusieurs langues dont le français, cet index est utilisé à la fois pour évaluer la présence de cervicalgie, mais aussi pour évaluer son évolution au cours du traitement fonctionnel. Il a sélectionné également des outils non spécifiques aux cervicalgies chroniques mais appliqués à des populations qui le sont. Les tests **Pain Catastrophizing Scale** et **Tampa Scale** évaluent respectivement le catastrophisme et la kinésiophobie.

Des variables démographiques sont également utilisées, notamment l'**IMC** (Indice de Masse Corporelle) (36).

Pris indépendamment des autres, ces outils ne permettent pas de conclure sur la présence de SC car ils n'évaluent que certains aspects, manifestations de la SC, ce qui est insuffisant pour conclure. De plus, leur utilisation dans les études cliniques ne sous-entend pas qu'ils ont des propriétés psychométriques suffisantes. Il est nécessaire de s'intéresser aux caractéristiques psychométriques des tests pour statuer de leur intérêt clinique.

2.3.6 Comment reconnaît-on la qualité d'un test diagnostique ?

Différentes propriétés psychométriques permettent de valider la qualité d'un test. Leur terme anglais est précisé entre parenthèse.

La **fiabilité** (reliability) reflète la cohérence globale d'une mesure (38). Un test possède une haute fiabilité s'il reproduit les mêmes résultats dans les conditions similaires (38). Ainsi la fiabilité comprend comment 2 personnes utilisent et interprètent la même procédure

diagnostique (38). La fiabilité est donc à la fois la **précision** (reproductibilité ou reproducibility en anglais) et l'exactitude (**validité** ou validity en anglais) (38).

La **réactivité** (responsiveness en anglais) est la capacité d'un test à évaluer les changements chez les patients au fil du temps. Elle est évaluée grâce à des études observationnelles ou des études cliniques (39). « *Un risque d'erreur large ne permet pas de pouvoir détecter un changement dans un intervalle de valeur donnée* ». La réactivité est étroitement liée au **changement minimal détectable** (Minimal clinically difference en anglais (MDC)). Le MDC est la valeur minimale de changement nécessaire pour que celui-ci soit détectable (39). On dénombre 2 types de réactivité : interne et externe. La réactivité interne s'évalue par différence de 2 mesures dans les mêmes conditions (même outil), dans un intervalle de temps données (39). La réactivité externe évalue « *l'influence de la modification d'une variable sur une autre* » (39). La différence minimale cliniquement importante (*minimal clinically important difference*) est une autre valeur importante à évaluer ; il s'agit de la « *plus petite quantité de changement dans un résultat qui peut être considérée comme importante* » d'un point de vue clinique.

La **reproductibilité** d'une procédure diagnostique intègre à la fois l'accord de résultat des tests effectués par un même opérateur, mais également effectués par 2 opérateurs différents. On parle alors respectivement d'accord intra opérateur et d'inter opérateur (38). La reproductibilité spatio-temporelle (test-retest reliability en anglais) peut également être évaluée si la mesure est espacée par un intervalle de temps jugée non négligeable (40). Il s'agit donc d'évaluer la standardisation d'une procédure permettant d'arriver à un résultat donnant un indice ou une réponse de diagnostic. On parle de répétabilité de la méthode de mesure si « *une même méthode de mesure utilisée par un même opérateur est reproductible lorsque les conditions de mesures ne varient quasiment pas* » (40).

La **validité** mesure l'étendue à laquelle la procédure de diagnostic teste ce qu'il est censé tester. Elle est déterminée en comparant le test à évaluer au test de référence dit gold standard. En l'absence de celui-ci, les auteurs d'études ont utilisé différents tests, notamment des QTS pour trouver des faisceaux de preuve de présence de SC. Le PPT est l'un des tests quantitatifs les plus utilisés dans les études.

Ces propriétés psychométriques abordées ci-dessus sont autant de critères qui permettent d'évaluer la qualité d'un outil métrologique. Outils pourtant largement utilisés, les tests PPT réalisés à distance des cervicales chez les patients atteints de cervicalgies chroniques n'ont pas fait l'objet d'une revue de littérature pour synthétiser leur qualité métrologique et statistique.

De nombreuses études utilisent les tests PPT pour évaluer indirectement la présence de sensibilisation centrale chez les patients douloureux chroniques, en mesurant l'hyperalgésie secondaire (à distance).

3 QUESTIONNEMENTS, PROBLEMATISATION ET HYPOTHESES

La réforme récente des études de kinésithérapie place au centre des préoccupations l'application de l'« Evidence Based Practice » dans la prise en charge des patients (41). Cette démarche de raisonnement s'articule autour des données de la recherche, de l'expérience et compétences du thérapeute ainsi que de l'état bio-psycho-social du patient (41). Elle passe donc par un diagnostic grâce notamment à l'anamnèse et aux outils métrologiques. Certains outils permettent également de mesurer l'évolution de l'élément mesuré tout au long de la prise en charge. Ils ne servent donc pas qu'à diagnostiquer, ils orientent la prise en charge et évaluent son efficacité. Mais le praticien devra garder un esprit critique quant à la qualité psychométrique d'un test, qui passe par la qualité méthodologique et la qualité des outils statistiques utilisées dans les études.

A ce jour, il n'existe pas de gold standard pour diagnostiquer la présence de sensibilisation centrale. Néanmoins, le monde scientifique admet que des neuro-signatures au niveau du SNC « entretiendraient » la douleur dans la durée, faisant entrer le patient dans le cercle vicieux de la douleur chronique et de pathologies diffuses telles que la fibromyalgie, les migraines....

En l'absence de gold standard, les cliniciens utilisent différents outils cliniques pour orienter vers la présence de SC, notamment avec les tests PPT qui évaluent l'hyperalgésie primaire et secondaire. Ils sont largement utilisés dans les protocoles d'étude. Suite à ce constat, plusieurs questionnements ont guidé la problématisation :

- En présence de cervicalgies chroniques, sur quelles régions anatomiques les tests PPT doivent être réalisés pour évaluer la présence de sensibilisation centrale ?
- Les études réalisées sur les propriétés métrologiques du PPT au niveau cervical ont-elles montré des corrélations avec d'autres indicateurs quantitatifs ou qualitatifs ?
- Les études sur les propriétés psychométriques font-elles la distinction entre sensibilisation périphérique et centrale et donc entre hyperalgésie primaire et secondaire ?
- Quid de la validité scientifique, de la fiabilité et de la reproductibilité des PPT ?
- Les tests PPT ont-ils montré une différence significative de seuil entre les patients asymptomatiques et les patients symptomatiques ?

Ainsi, **une problématique** en ressort : « *En quoi les propriétés psychométrique de l'outil métrologique PPT sont-elles utiles et suffisamment fiables pour mesurer la présence d'hyperalgésie secondaire, signe de sensibilisation centrale chez les patients atteints de cervicalgie chronique non spécifique ou suite à un whiplash de Grade I ou II ?* ».

L'objectif principal de cette revue de littérature est d'évaluer les propriétés psychométriques des tests PPT effectués à distance de la région cervicale pour mesurer la présence d'hyperalgésie. Le but est de déterminer si les tests PPT sont des outils de mesure efficaces et fiables pour le dépistage et l'évaluation de l'hyperalgésie secondaire. L'objectif secondaire est l'analyse d'une éventuelle corrélation entre les mesures des tests PPT et des outils qualitatifs évaluant la qualité de vie et des paramètres psychologiques (anxiété, dépression), pour mesurer l'impact des variables psychologiques sur le seuil de douleur.

Les tests de seuil de douleur à la pression seront appelés tests PPT dans la suite de cet écrit.

4 MATERIEL ET METHODES

Afin de répondre à cette question de recherche, une analyse des sources bibliographiques a été menée en mars 2022 pour réaliser une revue de la littérature. Elle représente « *l'état de l'art d'un domaine donné à un moment donné. Elle synthétise, organise et critique différentes ressources en lien avec le domaine d'étude (...) en accord ou pas avec les résultats obtenus* » (42). Sa réalisation nécessite de poser le cadre métrologique de la recherche en définissant les mots clefs, la question de recherche, ainsi que la stratégie de recherche dans les bases de données scientifiques sélectionnées. Son élaboration est guidée par les lignes directrices de la grille PRISMA accessible en anglais (43) et récemment traduite en français (44).

4.1 Mots clefs utilisés

Les mots clefs du thème de recherche sont listés et traduits en anglais grâce au thésaurus MeSH (Medical Subject Headings) dans le tableau 1 ci-après. Des synonymes et abréviations y sont également mentionnés.

Tableau 1 - Lexique français / anglais des mots clefs

Termes en français	Termes en anglais
Sensibilisation centrale, douleur centrale	Central sensitization, central nervous pain
Traitement central anormal de la douleur	Abnormal central pain processing
Altération des processus centraux	Alteration of central pain processes
Hyperexcitabilité centrale	Central hyper excitability
Cervicalgie	Neck pain
Cervicalgie non spécifique	Idiopathic neck pain, non specific pain
Coup du lapin / coup de fouet cervical	Whiplash, chronic whiplash
Syndromes associés au coup de fouet cervical	Whiplash Associated Disorders (WAD)
Douleur chronique	Chronic pain
Diagnostic	Diagnosis
Test clinique	Clinical test
Outil métrologique	Metrological tool
Seuil de douleur à la pression	Pain pressure threshold (PPT)
Algomètre, Dolorimètre	Algometer, Dolorimeter
Preuve	Evidence
Propriété psychométrique	Psychometric property
Validité, fiabilité, reproductibilité,	Validity, reliability, reproducibility,
Réactivité, répétabilité	Responsiveness, repeatability

4.2 Critères PICO de la question de recherche diagnostique

L'outil PICO permet de formuler une question clinique. Cet acronyme se traduit par P pour Population /Patient/ Problème de santé; I pour Intervention/stratégie de prise en charge ; C pour comparateur et O pour Outomes/critères de jugement (41).

En l'absence de gold standard pour diagnostiquer la présence de la sensibilisation centrale, cette revue de littérature ne portera pas sur la comparaison du test PPT avec un test de référence comme Comparateur pour confirmer la validité du test. Cependant, les autres critères métrologiques seront investigués (reproductibilité, répétabilité etc).

La formulation de la question de recherche varie en fonction du type de question formulée. Ces critères PICO doivent respecter le contenu générique du type de question « Diagnostique (validité de construit) » dont les détails sont présentés en ANNEXE V (Tableau du contenu générique des critères PICO en fonction du type de question) (41). Ces critères PICO sont :

- **Population** : patients de plus de 18 ans présentant une cervicalgie chronique depuis au moins 3 mois (non spécifique et suite à un coup de fouet cervical, dit « Whiplash » de Grade I et II selon la NPTF) ;

- **Intervention** : tests PPT réalisés par un opérateur sur des patients atteints de cervicalgie chronique ;
- **Comparateur** : tests PPT effectués par le même opérateur sur un groupe contrôle de patients non douloureux ;
- **Outome** : propriétés métrologiques, c'est-à-dire les résultats statistiques de performance pour la fiabilité (reproductibilité, répétabilité), validité, réactivité.

Le terme sensibilisation centrale n'est pas intégré à la question de recherche car il n'est pas toujours utilisé dans les études ; de nombreuses terminologies synonymes existent.

Afin d'éviter un silence documentaire, la recherche de ces termes est réalisée dans les critères d'inclusion après lecture de l'article complet pour vérifier leur définition et leur cohérence.

4.3 Stratégie de recherche

Les recherches sont effectuées sur une BDD professionnelle de physiothérapie (PEDro®) et généralistes médicales en anglais (PubMed®, ScienceDirect®, CochraneLibrary®) et en français (LiSSa®) afin d'accéder à la littérature blanche à partir de 2000. Kinédoc® étant une base de données de littérature grise, elle n'est pas consultée car de moindre preuve scientifique. Les BDD de sciences humaines et sociales sont jugées non pertinentes par rapport au thème de cet écrit. L'extraction des données est réalisée par l'auteur de la revue de littérature.

4.4 Equations de recherche

Les équations de recherche sont créées à partir d'une combinaison d'une sélection de mots clefs du lexique (cf. paragraphe 4.2) liés par des opérateurs booléens, notamment AND et OR (42). Des parenthèses ou guillemets sont utilisées selon la base de données (BDD) pour identifier un mot clef composé de plusieurs mots.

Des parenthèses sont appliquées pour prioriser les opérateurs booléens. Des troncatures symbolisées par un astérisque* sont utilisées pour remplacer un suffixe ou un préfixe. Concernant la BDD PubMed®, la recherche de certains mots clefs a été précisée dans le titre et/ou le résumé par le terme [tiab] adossé en suffixe (exemple avec "Neck pain"[tiab] qui indique ce « neck pain » doit apparaître dans le titre et/ou le résumé). Les équations de recherche sont différentes d'une BDD à l'autre et sont listées dans le tableau 2.

Tableau 2 - Synthèse des équations de recherche et des résultats par BDD

BDDs	Equations de recherche	Résultats								
PubMed®	((("neck pain"[tiab] OR whiplash[tiab] OR "neck-shoulder pain"[tiab]) AND ("pain threshold*" OR "tolerance threshold" OR "pain modulation" OR algometr* OR dolorimet*) AND (reliability OR responsiveness OR reproducibility OR psychometr* OR propert*)) Filtres utilisés: Publication date (from 2000), humans	109								
PEDro®	La BDD PEDro ne requière pas de question de recherche. Seuls deux mots clefs anglais sont demandés dans le champ « Abstract & Title ». Les combinaisons utilisées sont listées ci-dessous : <table><tr><td>- Pressure reliability</td><td>- Threshold reliability</td></tr><tr><td>- Pressure validity</td><td>- Threshold validity</td></tr><tr><td>- Pressure reproducibility</td><td>- Threshold reproducibility</td></tr><tr><td>- Pressure repeatability</td><td>- Threshold repeatability</td></tr></table> Filtres : - Therapy : [vide] - Problem : pain - Body Part : Head or neck - Sub discipline : Musculoskeletal - Topic : whiplash and Chronic Pain - Published since : 2000 - When Searching : “Match all search terms” (AND)	- Pressure reliability	- Threshold reliability	- Pressure validity	- Threshold validity	- Pressure reproducibility	- Threshold reproducibility	- Pressure repeatability	- Threshold repeatability	3
- Pressure reliability	- Threshold reliability									
- Pressure validity	- Threshold validity									
- Pressure reproducibility	- Threshold reproducibility									
- Pressure repeatability	- Threshold repeatability									
Science Direct®	("neck pain" OR whiplash) AND chronic AND ("pain Threshold" OR "tolerance threshold" OR "algometry" OR PPT) Filtres : - Titre et abstract : reliability OR validity OR responsiveness OR reproducibility OR psychometry OR psychometric - Years : Since 2000 - Article type : « Review articles », « research articles », « practice guidelines » - Subject areas : “Medecine and Dentistry”, “Nursing and Health professions”, “Neuroscience”	53								
Cochrane Library®	Filtres dans le champ « Advanced Search » : - « Title abstract key word » : (reliability OR validity OR responsiveness OR reproducibility OR psychometr*) AND - « All text » : [(neck pain) OR whiplash OR WAD OR (whiplash associated disorders)] AND - « All text » : chronic AND - « All text » : [(pain Threshold) OR (tolerance threshold) OR (pain modulation) OR algometry OR PPT)] Critères inscrits dans les filtres : From the 01/01/2010 to 15/03/2022	122								
LiSSa®	Critères et filtres dans le champ « recherche avancée », dans « Titre, mots-clés et résumé » : - Propriété psychométrique OU validité OU fiabilité OU reproductibilité OU réactivité OU répétabilité - ET : Seuil de pression OU seuil de douleur OU seuil nociceptif - ET : Cervicalgie OU Whiplash OU traumatismes cervicaux en coup de fouet	0								
Total résultats		287								

4.5 Critères d'inclusion

En parallèle des critères PICO, d'autres critères d'inclusion ont été déterminés et sont synthétisés en ANNEXE VI. Les articles en anglais, en français et disponibles dans leur intégralité sont sélectionnés afin de garantir une bonne compréhension à la lecture des articles. La population ciblée doit être des adultes (> 18 ans) atteints de douleurs chroniques au niveau cervical depuis au moins 3 mois selon la définition de l'IASP et de l'ICD-11 (16),

des suites ou non d'un whiplash de grade I ou de II selon la classification de la Neck Pain Task Force.

L'étude doit concerner l'évaluation des propriétés psychométriques des tests PPT réalisés à distance du cou, chez des patients atteints de cervicalgie chronique, sans mentionner obligatoirement le terme sensibilisation ou des termes synonymes utilisés dans la littérature (notamment en anglais « alteration of central pain processes »... liste non exhaustive au paragraphe 4.1 ci-dessus). En effet, la sensibilisation centrale n'est évaluable qu'indirectement. Les études doivent cependant faire référence à la mesure de l'hypersensibilité, l'hyperexcitabilité, l'hyperalgésie ou à des modifications du système nerveux central.

Selon l'état des lieux des recommandations réalisé par la HAS sur les niveaux de preuve, celle-ci cite les recommandations de bonne pratique du New Zealand Guidelines Groupe (NZGC) pour notamment la réalisation de question clinique relative au diagnostic. Selon la NZGC, les études les plus adaptées pour répondre à une question de recherche « diagnostic » sont les études transversales et les études de cohorte (45). Ainsi, éditoriaux, synthèse de congrès d'experts ou revues narratives seront exclus.

4.6 Critères d'exclusion

Les articles non conformes aux critères d'inclusion sont exclus. Sont donc exclus les sujets ayant des cervicalgies dites traumatiques (fracture, subluxation ...), dégénératives (arthrose, maladie inflammatoire...) ou suite à un whiplash de grade III (radiculopathie présente) ou de grade IV. De plus, les populations atteintes de douleurs chroniques sur différentes localisations telle que la fibromyalgie sont exclues. Les cervicalgies aiguës ou subaiguës (d'une durée inférieure à 3 mois) ne sont pas prises en compte. Les études ne faisant pas la distinction entre les cervicalgies suite à un whiplash de grade II ou III sont exclues du fait de l'impossibilité de distinguer les résultats de ces grades. Enfin, les études ne réalisant pas de tests PPT à distance des cervicales sont mises de côté. Un tableau de ces critères d'exclusion est disponible en ANNEXE VII.

4.7 Processus de sélection des articles

Un examinateur se charge de trier les résultats de la recherche. Les sources bibliographiques trouvées grâce aux équations de recherche ont été intégrées dans le logiciel de gestion bibliographique Zotero® afin de permettre un tri des résultats de la recherche. 287 articles ont

été identifiés sur 5 bases de données (BDD) : 109 de PubMed, 122 de Cochrane Library, 0 de Lissa, 3 sur PEDro et 53 Science Direct. 30 doublons ont été supprimés. Le nombre de références retenues pour la phase de sélection est de 257 articles. Le diagramme de flux ci-après les synthétise la procédure de sélection.

La lecture des titres des articles permet d'exclure 186 articles ne remplissant pas les critères de sélection (langue de l'article, temporalité « aigue » de la douleur, pathologies autres que celle traitée par cet écrit...). Les articles au titre laissant un doute quant à leur intérêt / interprétation sont conservés pour une analyse approfondie.

A ce stade, 71 articles restent à analyser grâce à la lecture de leur résumé et si besoin de leur texte complet. 65 articles sont exclus pour les raisons ci-dessous :

- 18 articles ne respectent pas les critères de population (douleurs aiguës, grade III...) ;
- 18 articles traitent d'outils météorologiques diverses (notamment les seuils thermiques et électriques de la douleur...) ;
- 12 articles n'intègrent pas d'évaluation des propriétés psychométriques du test PPT ;
- 14 articles sont des éditoriaux, revues narratives, etc., type non sélectionné ;
- 2 articles n'intègrent pas dans leur étude de tests PPT à distance des cervicales ;
- 2 articles complets ne sont pas accessibles.

Après les différentes phases de tri des articles, 5 études en anglais sont incluses dans cet écrit.

4.8 Démarche d'évaluation de la qualité méthodologique et statistique des études

La sélection des articles prend en compte le principe de la pyramide de preuve (46) (Voir en Figure 2).

En l'absence de revue systématique ou de guidelines, les études de recherches de moindre niveau de preuve sont sélectionnées.

Selon les recommandations du

NZGG (New Zealand Guidelines Group) reprises par la HAS, les études transversales et les études de cohorte sont conseillées pour notamment élaborer la question clinique relative au diagnostic et pour y répondre (45). De type observationnel, elles permettent aux chercheurs



Figure 2 - Pyramide de preuve

d'observer l'effet d'un test diagnostique ou d'une intervention sans changer les sujets exposés ou non. Ils restent spectateurs (42).

Le facteur d'impact (impact factor en anglais) des études est recherché. Il s'agit d'un indicateur estimant la visibilité de la revue scientifique dans laquelle l'article est publié.

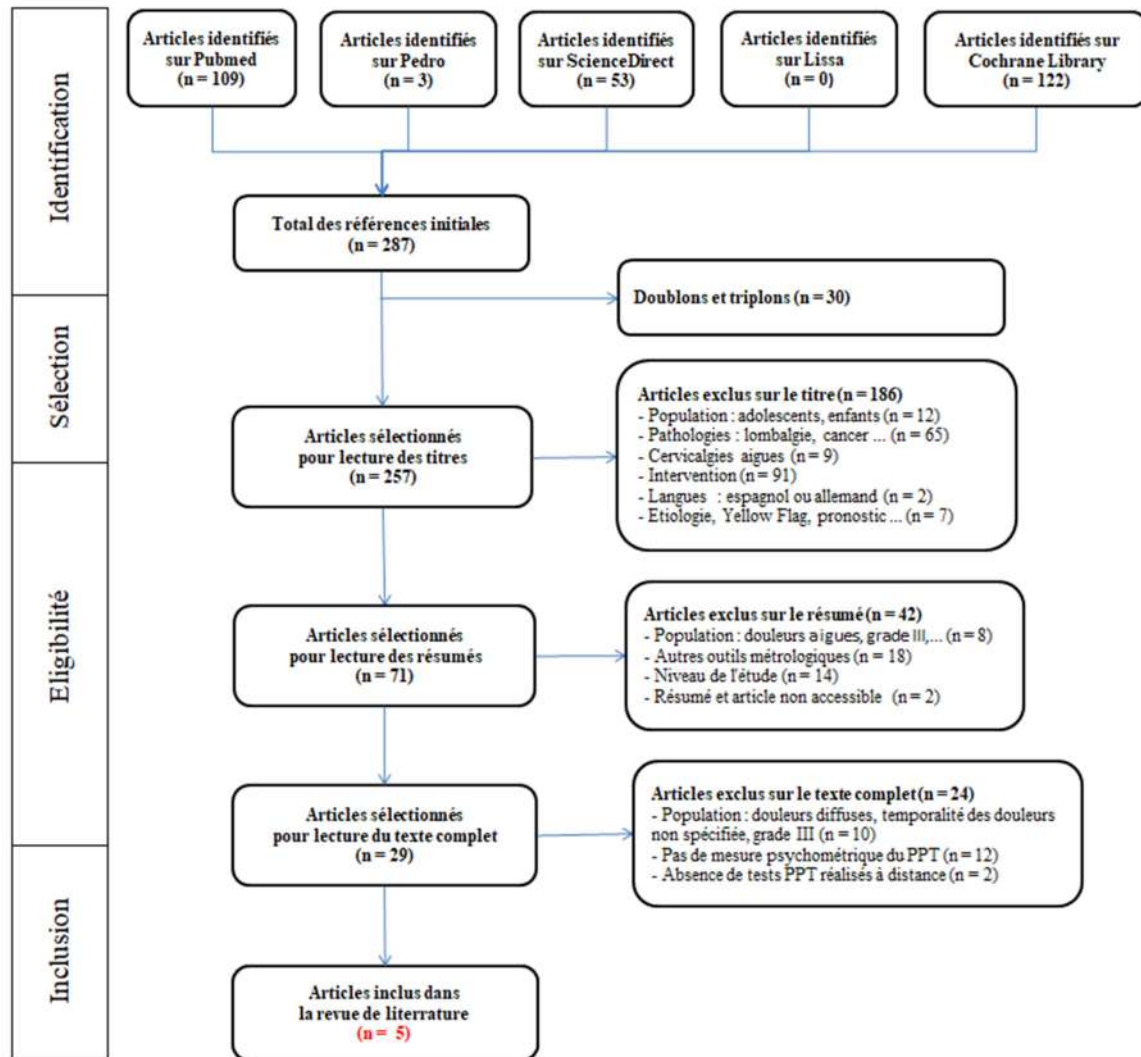


Figure 3 - Diagramme de flux de la stratégie de recherche

Une **évaluation de la qualité méthodologique et des risques de biais** doit accompagner l'analyse des résultats (42). Parmi les diverses grilles d'analyse disponibles, une sélection doit être effectuée en fonction de la question de recherche, du design des études ainsi que de la capacité à rapporter la validité interne et externe (42).

- Bien qu'utilisée pour évaluer les études portant sur une question de recherche diagnostic, la grille **QUADAS-2** (Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies) ne semble pas adaptée en l'absence de gold standard comparatif.

- Les risques de biais et la qualité méthodologique des études sont donc analysés grâce à l'outil **AXIS** (Appraisal tool for CrossSectional Studies) développé pour l'analyse des études transversales (47). Cette grille inclut également une évaluation de certains éléments en lien avec la qualité du reporting et du design de l'étude. Non traduite en français, une traduction de l'auteur de cet écrit a été réalisée et se trouve en ANNEXE VIII. Cette grille a été privilégiée par rapport à la grille **STROBE** (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology). En effet, cette dernière n'est pas spécifique aux études transversales. De plus, la grille **AXIS** est jugée plus lisible et facilement interprétable.

Dans un second temps, une **analyse de la qualité du traitement statistique** des résultats est réalisée. L'utilisation d'outils statistiques appropriés aux critères psychométriques détermine la qualité des résultats et des conclusions de l'étude. Le choix des tests statistiques doit être justifié dans les articles. Pour rappel, pour une variable continue, le choix du type de test (paramétrique ou non paramétrique) dépendra de la distribution des variables (normale ou non), de leur nombre et de leur type (appariée ou non). Avant toute analyse statistique, une analyse descriptive de la distribution des données (normale ou non) doit être effectuée afin d'utiliser les outils statistiques adéquats pour répondre à la question de recherche.

Les études sélectionnées doivent fournir des **valeurs normatives** des sujets symptomatiques et asymptomatiques afin d'estimer l'effet de l'âge, du sexe, etc. sur les résultats.

La question de recherche a pour objectif d'évaluer les qualités psychométriques des tests PPT. Pour apprécier la fiabilité inter-opérateur, une étude transversale portant sur une variable quantitative mesurée par plusieurs opérateurs est adaptée car elle donne une image à un instant t. Concernant la fiabilité inter-opérateur, il est nécessaire de prendre 2 images à 2 instants t mais dans les mêmes conditions pour pouvoir l'évaluer. Une étude intégrant une **ANOVA** (analyse de variance) serait alors appropriée. Celle-ci permet de « *montrer l'influence (ou non) d'un ou plusieurs facteurs en comparant n échantillons* » (42).

La détermination de **l'échantillon minimum** ou nombre de sujets nécessaires (NSN) et sa méthode de calcul statistique seront analysées. En effet, dans les études cliniques, calculer le nombre de participants nécessaires permet de rendre l'étude acceptable d'un point de vue éthique, clinique et méthodologique (48). Ce critère essentiel permet de contrôler si les résultats de l'étude sont significatifs d'un point de vue statistique et donc donne une indication de sa qualité des données (48). Afin d'éviter le biais d'attrition, le nombre de sujets

à inclure dans une étude est le nombre estimés de perdu de vue + le NSN (42). Ainsi, l'étude doit mentionner la taille de l'échantillon et la méthode de son calcul.

Une mesure est dite valide lorsque l'information qu'elle donne est conforme à la réalité de ce qu'elle est censée évaluer (49). Plusieurs situations sont possibles.

- On parle de la **validité concurrente** quand une étude évalue s'il existe un lien entre une valeur mesurée (du test étudié) avec une valeur vraie (du gold standard) (49). En l'absence de test de référence, cette propriété ne peut être investiguée.
- En l'absence de gold standard, la **validité de construit** est analysée dans l'étude qui estime la concordance existante entre des valeurs issues de tests différents mais censées mesurer le même effet (49). Le test étudié est mis en relation avec d'autres tests de la même famille (construit de manière similaire) (49). Le coefficient de Spearman (rho) est alors utilisé pour les variables non paramétriques et celui de Pearson pour les variables paramétriques (49). Cette validité de construit intègre la **validité convergente**, notamment pour comparer une même variable avec 2 outils métrologiques différents (exemple : comparer les mesures goniométriques d'un inclinomètre avec elle d'un goniomètre (49).
- Dans les études qui analysent des variables quantitatives continues afin de mettre en évidence l'existence d'un lien entre elles, il est nécessaire d'utiliser un coefficient de corrélation, souvent le « r » de Pearson (42). Si le r est proche de 1 ou -1, le lien de corrélation est fort, le signe « + » marquant une corrélation positive alors que le signe « - » une corrélation négative (42). La p-value doit être significative ($p < 0.05$) pour valider cette corrélation.

La fiabilité intègre plusieurs notions, à savoir la répétabilité (fiabilité intra-opérateur) et la reproductivité (fiabilité inter-opérateur).

- La **répétabilité** est l'étroitesse des résultats successivement réalisés dans les mêmes conditions (même mode opératoire, même opérateur, même outils, même lapse de temps entre les mesures etc.) (49). La dispersion des résultats est alors analysée à partir des résultats de test et re-test réalisés par un même opérateur (49).
- Pour les variables quantitatives, la **reproductibilité** du test PPT doit être également évaluée par un Test/retest permettant l'évaluation de la dispersion des valeurs obtenues (40). Le coefficient de corrélation interclasse ou ICC (Interclass Correlation Coefficient) est l'outil statistique utilisé pour leur analyse. Le résultat est compris entre 0 et 1 (42). Il est significatif si associé à un niveau du $p < 0.05$ (42). Un ICC $> 0,8$ est qualifié de fort ; il est modéré entre 0,6 et 0,8 et passable entre 0,4 et 0,6. Un ICC $< 0,4$ est faible (42). Selon

le guide pratique de validation des statistiques, « *un coefficient de corrélation (CC) quantifie l'association entre deux variables quantitatives* » (40). L'ICC étudie la variabilité de 2 facteurs : la variabilité interindividuelle qui caractérise la dispersion des données de l'échantillon et la variabilité inter-opérateur qui caractérise la dispersion des différences entre opérateur (49). Le coefficient de corrélation de Pearson est utilisé si 2 variables quantitatives suivent une loi normale, sinon, ce sera le coefficient de corrélation de Spearman. Un coefficient de corrélation varie entre -1 et +1 (40). Une valeur de 1 est une harmonie parfaite entre les résultats.

- La présence du **graphique de Bland et Altman** est un indice de qualité de traitement des données (40) utile pour évaluer la **reproductibilité**. Il révèle les valeurs aberrantes extrêmes affectant l'échantillon de données et donc évalue la concordance entre deux séries de mesures (40). « *Elles sont concordantes si l'une ne surestime ou ne sous-estime pas l'autre de façon trop importante, et si les écarts entre les deux séries pour chaque individu mesuré (deux fois) ne sont pas trop importants* ». Cette méthode repère une erreur systématique que ne peut révéler l'ICC (49).
- L'**erreur standard de mesure** (ESM) ou en anglais Standard error of measurement (SEM) est la valeur en plus et en moins d'une mesure, constituant la marge d'erreur (49). Cet indicateur évalue la stabilité de réponse d'une mesure ; c'est l'écart type de la moyenne. Plus cet intervalle est réduit, plus la mesure a des chances de se rapprocher de la valeur vraie (49). La SEM permet de calculer le CMD (voir ci-après).

La **réactivité** (responsiveness) d'un test est sa capacité à détecter un changement (49). Le changement minimal détectable (CMD) ou **MDC** (Minimum Detectable Change) est la valeur minimale nécessaire pour que le changement soit détectable (49). Il est calculé avec intervalle de confiance à 95 % (49).

En fonction des critères psychométriques évalués dans les études, la cohérence de la méthode statistique employée sera évaluée dans la partie résultats.

4.9 Démarche de classification des résultats

Une catégorisation des résultats par zone anatomique est réalisée (régions de l'épaule, du membre inférieur et du thorax) pour réaliser une analyse des critères psychométriques. Une partie se consacre aux autres mesures sélectionnées par les auteurs pour vérifier la présence d'une éventuelle corrélation avec les tests PPT.

5 RESULTATS

5.1 Description de la nature des études sélectionnées et des populations

Cinq articles ont été sélectionnés, celui de Zicarelli de 2021 (50), Wang-Price de 2019 (51), Jørgensen de 2014 (52), Ylinen de 2007 (53) et Sterling de 2002 (54).

Bien que 4 études comparent 2 groupes (symptomatique et témoin), il s'agit de 5 études transversales et non d'études de cas témoin car elles ne sont pas rétrospectives. 3 études ont moins de 10 ans. Le tableau 5 synthétise les études sélectionnées (type d'étude, ses objectifs, la population ciblée et contrôle, le protocole, et la localisation des PPT à distance et autres mesures effectuées).

Tableau 3 - Nombre et genre de la population par étude

Concernant la population (voir Tableau 3), les études transversales avec 2 groupes totalisent 85 sujets atteints de cervicalgie et 87 sujets témoins. Deux études ne distinguent pas le sexe des participants, celles de Zicarelli (50) et de Jørgensen de 2014 (52). L'étude transversale d'Ylinen réalise les tests PPT sur 20 femmes atteintes de cervicalgie chronique.

Auteur (Année)	Etude avec un groupe		Etudes avec 2 groupes			
	H	F	Gpe C		Gpe T	
Zicarelli (2021)	na	na	15		17	
Wang-Price (2019)	na	na	9	21	6	24
Jørgensen (2014)	na	na	21		21	
Ylinen (2007)	0	20	na	na	na	na
Sterling (2002)	na	na	6	13	7	12
TOTAL	0	20	85		87	

Légende : F (Femmes) ; H (Hommes) ; na (non applicable) ; Gp T (Groupe témoin) ; Gp C (Groupe cervicalgie)

Concernant **les critères d'inclusion**, 3 études intègrent des patients atteints de cervicalgies non spécifiques, celles de Zicarelli (50), Ylinen (53) et Sterling (53). Des sujets atteints de whiplash de grade I et II sont spécifiquement sélectionnés dans les 2 études de Wang-Price (51) et de Sterling (53) alors que l'étude de Ylinen (54) l'exclut car l'auteur différencie les cervicalgies d'origine traumatique de celles non spécifiques. L'étude de Wang-Price (51) mentionne la présence de points gâchettes (point douloureux à la palpation) au niveau du trapèze. Concernant l'âge de la population cible étudiée, seule l'étude de Wang-Price (51) ne le précise pas. Les 4 autres études indiquent un âge minimum de 18 ans, exceptée celle de Ylinen (54) qui porte l'âge minimum à 25 ans. Un âge maximum est mentionnée dans 2 études seulement, celles de Zicarelli (50) et Ylinen (53), respectivement de 40 ans et 53 ans. Les études de Zicarelli (50), Wang-Price (51) et Sterling (53) sélectionnent des patients souffrant de douleurs d'une durée d'au moins 3 mois alors que la durée des autres études est

d'au moins 6 mois. Seules les études de Ylinen (54) et Wang-Price (51) précisent le comportement des symptômes (douleurs fréquentes ou continues). L'intensité de la douleur des cervicalgies est un critère d'inclusion évalué par une échelle de la douleur pour 2 études : celles de Zicarelli (50) et Wang-Price (51). Les autres études indiquent la notion de cervicalgie chronique sans préciser le seuil minimum d'intensité de la douleur. Le tableau en ANNEXE VI synthétise les critères d'inclusion des sujets atteints de cervicalgies chroniques par étude.

Concernant les **critères d'exclusion**, 2 études écartent les patients ayant eu une chirurgie (Zicarelli (50) et Wang-Price (51)). Trois études excluent les maladies dégénératives au niveau du rachis, celles de Zicarelli (50), Wang-Price (51) et Ylinen (54). Seule cette dernière écarte les patients atteints de fibromyalgie ou de maladie systémique. L'étude de Sterling (54) mentionne l'exclusion des sujets atteints de maladie limitant la mobilité cervicale. Cette dernière mentionne une exclusion en cas de prise de médicament, sans préciser leur nature. Seule l'étude de Ylinen (54) exclut les sujets atteints de troubles psychiatriques, de fibromyalgie et de maladies inflammatoires et systémiques. Concernant les facteurs psychosociaux, l'étude de Jørgensen (52) exclut les sujets en situation d'instabilités sociale et professionnelle et atteints de dépression. Le tableau en ANNEXE VII synthétise les critères d'exclusion des sujets par étude.

Seules les études de Zicarelli (50) et de Jørgensen (52) analysent les caractéristiques des groupes pour déterminer la présence d'une différence statistique significative entre eux. Aucune différence entre les groupes n'est relevée concernant l'âge, le poids et la taille. Néanmoins, on observe dans l'étude de Jørgensen (52) une différence significative entre les groupes concernant les tests NDI, BDI et SF-36 ($p\text{-value} < 0.01$).

Les études de Jørgensen (52) et de Sterling (54) réalisent les tests PPT au niveau du membre inférieur. Les études de Wang-Price (51), de Zicarelli (50) et de Jørgensen (52) évaluent les tests PPT au niveau de l'épaule alors que celle de Ylinen (53) sur le sternum (voir tableau 4).

Tableau 4 - Algomètres et unités utilisés

Auteur (année)	Unité	Localisation des mesures	Type d'algomètre	Marque (Modèle)
Zicarelli (2021)	kgf/cm ²	Epaule	Electronique	EMG Brand system (Model 330C)
Wang-Price (2019)	kPa/cm ²	Epaule	Electronique	Médoc Ltd (Ramat Yishai)
Jørgensen (2014)	kgf/cm ²	MI	Mécanique	Wagner, USA (FPX)
Ylinen (2007)	N/cm ²	Thorax	Electronique	Wagner Instruments (Force five)
Sterling (2002)	kPa/cm ²	MI & Epaule	Electronique	Somedic AB

Légende : MI (membre inférieur) ; kPa/s (kiloPascal) ; kgf (kilogramme force) ; N (Newton/seconde) ; nm (non mentionné) ; cm² (centimètre carré)

Tableau 5 - Synthèse des caractéristiques des études

Auteur (Année)	Objectifs de l'étude	Population ciblée et contrôle	Protocole	Localisation des PPT et autres mesures pour analyse de corrélation
Zicarelli (2021)	Fiabilité intra-opérateur des PPT Evaluation du MDC et SEM	Gpe C : 15 Gpe Tém : 17 Répartition entre hommes et femmes non spécifiée Inclusion : Patients entre 18 et 40 ans avec douleurs cervicales >= 3 mois	Lors de 2 sessions espacées de 24 heures, réalisation de 1 mesure sur 3 régions en bilatéral (donc 6 mesures). Examineur expérimenté en aveugle quant au groupe. Algomètre manuel électronique type EMG Brand SystèmeR, Model 330C.	Région scapulaire : supraépineux
Wang-Price (2019)	Répétabilité des PPT Comparaison des PPT entre les positions assise et couchée.	Gpe C : 30 (70% de femme), MA de 29,9 (±8,8) Inclusion : Douleurs intermittentes au niveau cervical et au niveau des épaules présentent depuis au moins 3 mois ET supérieures à 2/10 sur la NPRS ET sensibilité à la palpation Gpe Tém : 30 (80% de femme), MA de 26,9 (±5,7)	Réalisation de 4 mesures sur chaque région en position assise et en position couchée. Moyenne des 3 dernières mesures Entre 3 et 7 jours d'écart entre les 2 séries de mesures Algomètre manuel électronique (Médoc Ltd, Ramat Yishai)	Région de l'épaule : deltoïde moyen Latéralité des mesures réalisées : - du côté dominant pour le GSDC - du côté douloureux pour le GADC
Jørgensen (2014)	Fiabilité intra & inter examinateur des PPT Validité discriminative de construit entre les groupes	Gpe C : 21 Gpe Tém : 21 Inclusion Gpe C : Patients de plus de 18 ans avec douleurs cervicales depuis au moins 6 mois, NDI >= 10/50	Au cours de 2 sessions de 1 à 7 jours d'intervalle, réalisation de 3 mesures par 2 opérateurs Algomètre manuel mécanique (Wagner, FPX algometer, USA)	Région de l'épaule : infra scapulaire Membre inférieur : tibial antérieur Mesures psychosociales et algiques : NDI, SF36, NRS
Ylinen (2007)	Répétabilité intra-opérateur des PPT	Gpe C : 20 (100% de femmes) entre 25 et 53 ans Inclusion : sujets avec douleurs cervicales chroniques depuis au moins 6 mois et non spécifiques, fréquentes ou continues, altérant les capacités de travail	Au cours de 2 sessions espacées de 1 jour, réalisation à la même heure, par le même opérateur de 2 mesures espacées de 30 secondes Algomètre manuel électronique (Force five, Wagner Instruments)	Région du thorax : sternum
Sterling (2002)	Fiabilité intra-opérateur des PPT SEM	Gpe C : 19 (dont 13 femmes), MA de 31.63 (±11.5) Inclusion : sujets de plus de 18 ans avec cervicalgie non spécifique ou après traumatisme (whiplash) d'une durée au moins de 3 mois Gpe Tém : 19 (dont 12 femmes), MA de 30,05 (±11.47) Inclusion : patients sans douleur cervicale	Au cours de 2 sessions espacées de 1 semaine, réalisation de mesures bilatérales, 3 mesures par zone avec calcul de la moyenne Algomètre manuel électronique (Somedic AB)	Membre inférieur : tibial antérieur

Légende : Gpe C (Groupe de patients avec cervicalgie) ; Gpe Tém (Groupe de patients asymptomatiques) ; MA (Moyenne d'âge) ; NDI (Neck Disability Index) ; NRS (Numeric Rating Scale) ; NPRS (Numeric Pain Rating Scale) ; MDC (Changement Minimum Détectable) ; PPT (Pressure Pain Threshold tests) ; SEM (Standard Error of measurement = erreur standard de mesure)

L'algomètre de pression est l'outil de mesure utilisé dans les 5 études sélectionnées. L'étude de Jørgensen (52) utilise un algomètre mécanique ; les 4 autres un algomètre électronique. Ils disposent tous d'une tige de 1cm^2 de diamètre. On note 5 modèles différents d'algomètre (voir tableau 4).

Concernant l'évaluation de la fiabilité intra opérateur (répétabilité), l'opérateur réalise entre 1 et 4 mesures sur chaque zone. L'intervalle de temps entre les mesures est variable : de 5 secondes pour l'étude de Wang-Price (51) à 2 minutes pour celle de Jørgensen (52). Concernant l'analyse de la reproductibilité, les mesures sont espacées par un délai de minimum 24 heures à 7 jours, avec un intervalle de temps variant entre un et sept jours pour l'étude de Jørgensen (52) (voir protocole dans le Tableau 5). Une moyenne des mesures est calculée et reportée dans les résultats lorsque plusieurs mesures sont prises.

Les seuils de la douleur à la pression sont des variables quantitatives, évaluées selon 3 unités : en kgf (kilogramme force), en kPa (Kilo Pascal) et en N (Newton). Cette valeur est définie par le patient quand il juge que la pression appliquée avec l'algomètre devient douloureuse. Pour l'étude de Zicarelli (50), le niveau de douleur est quantifié par le sujet à l'aide d'une échelle de la douleur entre 0 et 10, en fonction de l'intensité de la pression perçue. Pour les autres études, les sujets signalent la présence d'une douleur en pressant un bouton ; aucune gradation de l'intensité n'est demandée.

Pour permettre la comparaison des résultats, les valeurs sont converties en kPa/cm^2 , avec un rapport de conversion de $1\text{ kgf}/\text{cm}^2$ pour $98.07\text{ kPa}/\text{cm}^2$, équivalent à $9.8066\text{ N}/\text{cm}^2$ (55).

Seule l'étude de Wang-Price (51) instaure un protocole d'entraînement pour permettre aux opérateurs de se familiariser avec l'algomètre.

5.2 Méthodologie des études

Selon le classement du niveau de preuves scientifiques des types d'études de la HAS (45), les études transversales sont de niveau 4, et donc de faible niveau de preuve scientifique. L'impact factor des revues de publication est relativement faible (voir Tableau 6). Ainsi, l'interprétation des résultats devra être nuancée.

Tableau 6 - Impact factor des journaux de publication des études

Auteur	Nom du journal	Impact Factor		Source de l'impact factor
		2021	2020	
Zicarelli	Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation	1,398	1,17	https://www.iospress.com/catalog/journals/journal-of-back-and-musculoskeletal-rehabilitation
Jørgensen	BMC Musculoskeletal Disorders	nd	2,25	https://www.resurchify.com/impact/details/29541
Wang-Price	Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics	nd	1,38	https://www.resurchify.com/impact/details/35303#:~:text=The%20impact%20score%20(IS)%202020,2021%20as%20per%20its%20definition.
Ylinen	Manual Therapy	nd	nd	https://www.journals.elsevier.com/manual-therapy
Sterling	Physiotherapy Research International: The Journal for Researchers and Clinicians in	nd	1,63	https://www.resurchify.com/impact/details/16949

Comme vu précédemment, les études observationnelles de type transversale sont de faible niveau de preuve scientifique car elles sont sujettes à de nombreux biais. La grille AXIS a été développée pour évaluer les divers biais affectant les résultats des études transversales, notamment les biais de sélection, de performance, ou de rapport. Elle évalue donc leur qualité méthodologique. Les 5 études respectent la structure d'une étude observationnelle selon les critères d'AXIS. A noter que seule l'étude d'Ylinen mentionne le type d'étude dans son résumé. Les autres études ne précisent pas spécifiquement leur nature, mais leur format a permis de déduire le type. Concernant leur méthode, aucun article ne mentionne de date de réalisation des mesures. Un code de couleurs a été rajouté par l'auteur de cet écrit afin de faciliter sa lecture et donc son analyse. Les résultats sont présentés en ANNEXE IX.

- Plusieurs biais de **sélection** sont relevés dans les études. Ces 5 études ont un **échantillonnage** non probabiliste car sélectionné selon des critères subjectifs d'inclusion et d'exclusion. Le second biais concerne l'effet centre : les études sont monocentriques, c'est-à-dire que les participants viennent d'un seul lieu/centre. Dans un centre, les patients sont pris en charge d'une certaine manière avec des résultats pas forcément applicables dans d'autre centre (42). De plus, peu d'informations sont disponibles sur la démographie des échantillons (niveau d'étude, situation professionnelle, etc). Seules les études de Sterling (54) et de Jørgensen (52) analysent les critères de limitation d'activité (SF-36, NDI) et les yellow flags (BDI) des échantillons. Un biais de volontariat est à signaler dans certaines études, ce qui renforce l'absence d'échantillon représentatif d'une population.
- Le biais de **performance** est fortement probable. Pour la plupart des études, il n'y a pas de certitude quant à la mise en aveugle des opérateurs et donc un risque d'effet Pygmalion (ou effet des attentes ou effet Rosenthal). En d'autres termes, la connaissance par

l'opérateur de certaines données cliniques du patient (notamment les résultats des tests qualitatifs réalisés avant les tests PPT) pourrait influencer son comportement et donc les résultats des tests, pouvant mener à une prophétie auto-réalisatrice de type « *le sujet est dépressif, alors il sera forcément hypersensible* ».

- Le biais de **détection** est lié à l'évaluation du critère de jugement, c'est à dire la mise en insu de l'opérateur. Seule l'étude de Zicarelli (50) met les opérateurs en aveugle. Ce biais est donc important à prendre en considération dans cet écrit.
- Le biais **d'attrition** (participants perdus de vue) est jugé faible. Aucune étude ne mentionne d'abandon, la durée courte des protocoles pouvant l'expliquer.

Le risque de biais des études sélectionnées est globalement important et est à prendre en compte dans l'interprétation des résultats.

D'un point de vue statistique, les études de Zicarelli (50) et Ylinen (53) vérifient la distribution normale des résultats par le test de Shapiro-Wilk. L'étude de Wang (51) mentionne une absence de distribution normale des valeurs, sans préciser le test statistique utilisé.

5.3 Les résultats de la revue de littérature

Les résultats des propriétés psychométriques des tests sont détaillés selon leur localisation. Le tableau 7 ci-dessous synthétise la localisation des PPT et les outils qualitatifs utilisés pour analyser une éventuelle corrélation avec les résultats des PPT.

Seule l'étude de Jørgensen (52) réalise une analyse de corrélation entre les mesures des tests PPT et des outils qualitatifs psychosociaux (NDI et BDI).

Tableau 7 - Localisation des PPT et outils qualitatifs par étude

Auteur (Année)	Localisation des tests PPT	Seuil minimum de l'échantillon
Zicarelli (2021)	Région scapulaire : supraépineux	12
Wang-Price (2019)	Epaule : deltoïde moyen	28
Jørgensen (2014)	Région de l'épaule : infraspinatus Membre inférieur : tibialis anterior	19
Ylinen (2007)	Région du thorax : sternum	nd
Sterling (2002)	Membre inférieur : tibialis anterior	nd

Légende : PPT (Pressure Pain Threshold tests = Seuil de douleur à la pression) ; nd (non déterminé)

Concernant le calcul de

l'échantillon minimum de participants à inclure dans les protocoles cliniques, 3 études sur 5 le définissent de manière statistique : celles de Zicarelli (50), de Wang-Price (51) et de Jørgensen (52). Le seuil minimum de l'échantillon calculé est respectivement de 12, 28 et 19 avec un intervalle de confiance à 95 % pour toutes les études et une puissance statistique de 80 %. Les études de Zicarelli (50) et de Jørgensen (52) mentionnent un ICC respectivement de 0.7 et 0.9.

5.3.1 Comparaison des valeurs des PPTs entre les groupes

Toutes les mesures effectuées dans les études sont reportées dans le tableau 8. Trois unités différentes étant utilisées, les valeurs ont été converties en kPa pour faciliter la lecture avec un taux de conversion de 98,07 kPa pour 1 kgf/cm² et de 98,07 kPa pour 9.807 N/cm².

Tableau 8 - Comparaison des seuils de douleur à la pression entre groupes

Auteur (Année)	Localisation des PPT	Gpe Tém	Gpe C	P value
		Moyenne ± écart-type		
REGION DE L'EPAULE		Unité en kPa		
Zicarelli (2021)	Supra épineux - droite	516,8 ± 224,5	361,8 ± 147,1	0,42
	Supra épineux - gauche	517,8 ± 202,0	381,4 ± 124,5	0,92
Jørgensen (2014)	Infra épineux	354,0 ± nm	237,3 ± ± nm	0,02
Wang-Price (2019)	Deltoïde - position assise	248,9 ± 197,7	194,7 ± 137,9	<0,006
	Deltoïde - procubitus	309,2 ± 134,4	228,6 ± 170,7	<0,003
REGION DU MEMBRE INFERIEUR		Unité en kPa		
Jørgensen (2014)	Tibial antérieur	433,4 ± nm	357,9 ± nm	0,07
Sterling (2002)	Tibial antérieur - droit	459,0 ± 200,7	462,2 ± 236,6	nm
	Tibial antérieur - gauche	465,3 ± 01,87*	443,0 ± 223,7	nm
	Tibial antérieur - droit	417,4 ± 208,9	423,9 ± 235,8	nm
	Tibial antérieur - gauche	438,3 ± 184,1	444,1 ± 213,4	nm
THORAX		Unité en kPa		
Ylinen (2007)	Sternum	nm	353 ± 162	na
		nm	300 ± 133	na

Seules les études de Zicarelli (50) et Wang-Price (51) mentionnent la moyenne des valeurs, leur écart-type par groupe ainsi que leur p value, données statistiques permettant d'analyser si la différence des valeurs est significative entre les 2 groupes.

Les études de Jørgensen (52) et de Sterling (53) relatent les mesures par groupe sans donner l'écart type ou la p value. L'étude de Ylinen (53) ne propose pas de comparaison entre groupe.

Concernant les tests PPT réalisés sur la **région de l'épaule**, on observe une tendance vers un seuil de douleur à la pression inférieur chez les patients cervicalgiques par rapport au groupe témoin. Les p values des études de Jørgensen (52) et Wang-Price (51) soulignent des résultats significatifs d'un point de vue statistique pour le deltoïde (en position assise p<0.006 et en procubitus p<0.003) et pour l'infra épineux (p=0.02). Seule l'étude de Wang-Price (51) rapporte un écart type qui est important, soulignant une dispersion importante de ces valeurs. Aucune donnée de dispersion n'est disponible pour l'étude de Jørgensen (52). Pour résumer, les résultats de l'étude de Wang-Price (51) sont statistiquement significatives, avec une faible taille d'effet (n=30) et une dispersion importante des valeurs soulignée par l'écart type.

Concernant le membre inférieur, les tests PPT sont essentiellement réalisés au niveau du **tibial antérieur**. L'étude de Jørgensen (52) souligne une p value > 0.05 ; les résultats reportés dans le tableau 8 ci-dessus sont ainsi non significatifs. A noter que dans l'étude de Sterling, on observe chez le groupe atteint de cervicalgie des seuils de douleur à la pression supérieurs à ceux du groupe témoin. Cette tendance, opposée à celle de la région de l'épaule n'est pas confirmée statistiquement par la p value, non rapportée dans cette étude.

L'étude d'Ylinen (53) portant que sur la fiabilité intra opérateur, aucune comparaison des valeurs entre les groupes n'est disponible concernant le **thorax**.

5.3.2 Qualités psychométriques des tests PPT au niveau de la région de l'épaule

Trois études évaluent les PPT au niveau du membre supérieur : l'étude de Jørgensen (52) au niveau du infra épineux, de Zicarelli (50) au niveau du supra épineux et de Wang-Price (51) sur le deltoïde moyen.

Concernant les tests PPT réalisés au niveau du muscle deltoïde moyen, seule l'étude de Wang-Price (51) propose une analyse de la fiabilité ainsi qu'une analyse de l'impact de la position des sujets (assis ou en procubitus) sur les résultats. L'échantillon minimum est évalué à 28 de manière statistique ; 30 sujets sont recrutés.

- Sur un même jour, la **fiabilité intra opérateur** est excellente avec un coefficient de corrélation interclasse (et intervalle de confiance à 95 %) de 0.963 (0.933-0.981) en position assise et de 0.953 (0.917-0.976) en procubitus chez les sujets symptomatiques. Une faible dispersion des valeurs est soulignée par un intervalle de confiance réduit.
- Avec un intervalle de 24 heures, la **fiabilité intra opérateur** se maintient avec un coefficient de corrélation interclasse (Intervalle de confiance 95 %) de 0.966 (0.910-0.987) en position assise et de 0.946 (0.946-0.992) en procubitus. La dispersion des valeurs reste faible et est soulignée par un intervalle de confiance restreint. A noter que la fiabilité intra opérateur des groupes asymptomatiques est modérée avec un ICC à 0.731 pour un intervalle de confiance à 95 % large (entre 0.305 et 0.894).
- La méthode de Brand et Altman n'étant pas utilisée, il n'est pas possible de certifier l'absence d'un écart systématique de ces valeurs.
- Bien que mentionnée dans le résumé de l'étude, la **fiabilité inter opérateur** n'est pas mesurée sur les tests PPT.
- La **réactivité** est calculée avec la MDC (changement minimal détectable) qui reste inférieure à l'écart type. Chez les patients symptomatiques de l'étude de Jørgensen (52),

elles varient entre 62.3 kPa pour la position assise et 87.2 kPa en procubitus pour les valeurs des tests réalisés le même jour. Ces valeurs sont proches de 74 kPa pour les tests de fiabilité intra opérateur réalisés avec un intervalle d'une journée. Une faible réactivité est à constater au vu des seuils moyens de douleur à la pression calculés sur la zone (voir tableau 8 ci-dessus).

L'étude de Jørgensen (52) effectue les tests PPT au niveau de l'infra épineux.

- La **fiabilité intra-opérateur** souligne un ICC fort (exprimé sous la forme d'un ratio) de 0.83 pour un intervalle de confiance 95 % (IC) [0.66 ; 0.92] assez large, indiquant une dispersion des valeurs. L'utilisation de la méthode de Brand et Altman permet de déterminer les limites de concordances inférieure et supérieure de respectivement -1.65 et 1.64 de manière numérique (LOA = Limits of Agreement en anglais) et non graphique.
- La **réactivité** est mesurée par la MDC ou le changement minimal détectable est de 1.65 kg/f, soit 161.81 kPa après conversion (55). Bien que l'ICC fort à 0.83, on note un indice de confiance 95 % à (0.66 ; 0.92) soulignant une dispersion des résultats.

Enfin, seule l'étude de Zicarrelli évalue les PPT au niveau du supra épineux. Concernant la **reproductibilité**, l'ICC du groupe symptomatique est de 0.89, donc fort avec une p value statistiquement significatif (< 0.001). L'IC95 % est (0.62-0.96) ce qui marque une dispersion important des valeurs.

5.3.3 *Qualités psychométriques des tests PPT au niveau du tibial antérieur*

Deux études évaluent les PPT au niveau du **tibial antérieur** : celles de Sterling (53) et de Jørgensen (52). Cette dernière est la seule à calculer de manière statistique l'échantillon minimum, évalué à 19.

- Concernant la **fiabilité intra-opérateur**, l'étude de Jørgensen (52) réalise les tests PPT le même jour sur 21 patients atteints de cervicalgie chronique. Elle souligne un ICC fort (exprimé sous la forme d'un ratio) de 0.86 pour un intervalle de confiance (IC) [0.71 ; 0.91], indiquant une dispersion limitée des valeurs. Présentée sous forme numérique et non graphique, la méthode de Brand et Altman est utilisée pour vérifier la présence d'un écart systématique numérique. Les limites de concordances inférieure et supérieur sont respectivement -1.91 et 1.88. Quant à l'étude de Sterling réalisée sur 19 patients atteints de cervicalgie chronique (53), les mesures sont réalisées avec un intervalle de temps d'une journée entre elles. Elle présente une moyenne de mesures avec un ICC de 0.92 et un

intervalle de confiance exprimé en kPa [341,23-546-94] (présentation de cet intervalle non conventionnel) à droite et 0.81 [310,28-537,58] à gauche.

- L'étude de Jørgensen (52) analyse la **réactivité** avec la MDC qui s'élève à 1.90 kg/f, soit 186.33 kPa après conversion (55), pour un ICC fort à 0.86. L'intervalle de confiance 95 % (-1.91 ; 1.88) souligne une grande disparité des valeurs. La différence minimale cliniquement importante (ou MCID, Minimal clinically important difference) présente la plus petite quantité de changement d'un résultat cliniquement significatif. L'article de Jørgensen de 2017 (56) rapporte un MCID de 0.9 kg/f à gauche et 0.83 kg/f à droite, soit respectivement de 88.26 kPa et 81.40 kPa après conversion (55).

5.3.4 Qualités psychométriques des tests PPT au niveau du thorax

Dans l'étude de Ylinen (53), les tests PPT sont réalisés au niveau du sternum sur 20 femmes atteintes de cervicalgie chronique, échantillon non représentatif de la population. La **fiabilité intra opérateur** a été évaluée par 2 mesures espacées de 24 heures. Exprimée en Newton/cm² (N/cm²), la mesure moyenne (SD) du premier jour est de 35.3 ($\pm$ 16.2) et de 30.0 ($\pm$ 13.3) le 2^{ème} jour. La différence moyenne est de 5.3 avec un intervalle de confiance 95 % de 2.2 à 8.5. L'ICC est de 0.80, donc fort avec une dispersion assez importante des mesures soulignée par l'intervalle de confiance de 0.57 à 0.92.

5.3.5 Corrélation des valeurs des PPT avec d'autres mesures

L'étude de Jørgensen (52) compare les mesures des PPT avec le test SF-36, le NDI, et le NRS. Leur description est disponible en ANNEXE IX. La validité de construit est analysée avec l'indice de Spearman (rho) entre les valeurs des tests PPT et les mesures ci-dessus.

Le **questionnaire de santé SF-36** évalue la qualité de vie. Sa traduction française est disponible dans l'article de Leplège et ses collaborateurs (57). L'indice de Spearman (rho) relevé pour les tests PPT est de 0.25 pour l'infra épineux et de 0.13 pour le tibial antérieur. Les p-values respectivement de 0.11 et 0.42 ainsi que les rho proches de 0 sont deux éléments statistiques qui soulignent une absence de corrélation entre les mesures des tests PPT et le score SF-36 relatif à l'évaluation de la qualité de vie des sujets.

Le **NDI** (mesure de la dépression de Beck) mesure en 21 éléments les symptômes dépressifs. L'indice de Spearman (rho) relevé pour les tests PPT est de -0.33 pour l'infra épineux et de -0.28 pour le tibial antérieur, soulignant des corrélations négatives non significatives car le rho est proche de 0.

Le NRS est l'échelle numérique simple qui permet d'évaluer la douleur sur une échelle de 11 éléments. Bien que les p-values des NRS soulignent des résultats significatifs d'un point de vue statistique, les valeurs du rho proche de 0 ($\rho = -0.43$ pour l'infra épineux et $\rho = -0.34$ pour le tibial antérieur) indiquent qu'il n'y a pas de corrélation négative.

6 DISCUSSION

6.1 Synthèse des résultats

L'objectif principal de cette revue de littérature était d'évaluer les paramètres psychométriques des tests PPT sur les zones anatomiques à distance du cou chez les patients atteints de cervicalgie chronique pour évaluer la présence d'hyperalgésie. Cinq études répondant à la question de recherche ont été sélectionnées. Les tests PPT sont réalisés au niveau de l'épaule, du membre inférieur et au niveau du thorax.

Sur la région de **l'épaule**, bien que les p values soient significatives pour le **deltoïde** et **l'infra épineux**, une dispersion des valeurs est notée avec des écart-types importants, diminuant ainsi la précision des résultats. Le faible échantillon des études et des lacunes de méthodologie statistique (notamment l'absence de vérification de la distribution des valeurs en amont) sont des éléments qui soulignent la faiblesse de preuve des résultats. Il s'agit plutôt d'une tendance observée sans validation statistique satisfaisante : les seuils de douleur à la pression sont moins élevés chez les patients atteints de cervicalgie chronique.

- Fiabilité intra opérateur - Bien que la fiabilité intra opérateur des études soit excellente au niveau des PPT sur le deltoïde avec un ICC > 0.9 et une faible dispersion, le faible échantillon limite la puissance statistique de ces résultats. De plus, il n'est pas possible de vérifier l'absence d'écart systématique des valeurs étant donné que la méthode de Brand et Altman n'est pas utilisée. La fiabilité intra opérateur sur la région de l'épaule est donc globalement faible.
- Fiabilité inter opérateur - Bien que l'étude de Jørgensen de 2014 mentionne dans son résumé l'évaluation de la fiabilité inter opérateur pour les tests PPT, aucun résultat n'est retranscrit dans l'étude. Ce critère psychométrique n'est donc pas analysé.
- Réactivité - Malgré un ICC > 0.9, les MDC mesurées soulignent une faible réactivité car elles sont relativement élevées, comparativement aux valeurs moyennes mesurées sur la zone. De plus, la dispersion des résultats rend les valeurs des MDC peu précises.

Au niveau du **tibial antérieur**, la comparaison des mesures des PTT entre les groupes de sujets atteints de cervicalgie et le groupe témoin ne soulignent pas de tendance.

- Fiabilité intra-opérateur - Avec un intervalle de confiance à 95 % réduit, les coefficients de corrélation interclasse sont élevés ($ICC > 0.8$), marquant une très bonne fiabilité des tests PTT confirmée de manière statistique. Ces résultats satisfaisants sont cependant à relativiser, au vu notamment des faibles échantillons des groupes et de l'absence d'analyse statistique selon la méthode de Brand et Altman.
- Réactivité - La réactivité est faible au vu de l'amplitude importante des MDC nécessite pour identifier un changement.

Au niveau du **sternum**, aucune comparaison de mesures n'est disponible. En effet, seule une étude portant sur la fiabilité intra opérateur a été réalisée sur un groupe symptomatique, sans comparaison avec un groupe témoin.

- Fiabilité intra-opérateur - Bien que l'ICC soit élevé à 0.80, on observe une dispersion importante des mesures soulignée par l'intervalle de confiance de 0.57 à 0.92.

Cet écrit ne permet pas de conclure sur la qualité des tests psychométriques des PPT à distance du cou chez les patients atteints de cervicalgie chronique. Concernant l'objectif secondaire, aucune corrélation n'a été soulignée entre les mesures des tests PPT et celles des tests NDI, SF-36 et NRS. Plusieurs facteurs peuvent biaiser les résultats, notamment la taille des échantillons (biais développé ci-après).

6.2 Niveau de preuve et qualité des articles

Le **niveau de preuve** des études sélectionnées permet d'estimer le crédit à accorder aux résultats d'une revue de littérature. D'après la HAS, les études descriptives de type transversal sont considérées comme de faible niveau de preuve scientifique (niveau 4) et de faible grade de recommandations (Grade C) (45). Attribué par la HAS, ce niveau est évalué à partir du protocole de l'étude, de la présence de biais, de l'analyse statistique utilisée et de sa puissance (45). Bien que la grille AXIS souligne que la méthodologie des articles respecte dans leur ensemble le standard d'une étude transversale, sa nature même limite l'intérêt des résultats. Un tel niveau de preuve ne permet pas de conclure sur l'intérêt des tests PPT. Cependant, la tendance soulignée dans les résultats relative à un seuil de douleur à la pression inférieur chez les personnes atteints de cervicalgie mériterait d'être investiguée avec des études de puissance supérieure.

Différents facteurs peuvent modifier les mesures. Ils concernent les caractéristiques sociodémographiques des participants, le protocole des études et le traitement des données statistiques.

Comme indiqué dans le cadre conceptuel, des études prospectives ont démontré que la sévérité de la douleur était liée à des **variables psychologiques** (7). Or, dans cette revue, seule l'étude de Jørgensen (52) investigate une variable quantitative d'ordre psychologique (la dépression avec le BDI) pour les participants symptomatiques. La douleur ayant des composantes multifactorielles, les caractéristiques des sujets peuvent avoir un impact sur les mesures. En plus de l'âge et de la durée des douleurs chroniques (> 3 mois), il aurait été intéressant d'inclure des facteurs socio psychologiques pour sous catégoriser les sujets symptomatiques.

De plus, dans l'étude de Jørgensen (52), il était judicieux d'inclure dans l'étude le NDI (test évaluant les incapacités liée aux activités quotidiennes) au niveau de l'analyse démographique du groupe atteint de cervicalgie et d'évaluer une éventuelle corrélation avec les valeurs des tests PPT. Cette approche prend en compte la composante comportementale de la douleur. Une analyse de corrélation avec les PPT et d'autres variables reflétant les 4 composantes de la douleur auraient pu apporter des précisions dans les résultats. Cependant, le faible échantillon des études sélectionnées limitait l'intérêt de cette idée.

La prise de certains **traitements pharmacologiques** peut moduler les douleurs. L'étude contrôlée randomisée de Stubhaug et al. (58) a évalué l'effet des glucocorticoïdes et des anti-inflammatoires non stéroïdiens sur l'hyperalgésie secondaire à distance d'une brûlure de type I (sans phlyctène) à l'aide d'un algomètre. Celle-ci souligne une augmentation du seuil de tolérance à la douleur à la pression chez les sujets. De plus, l'étude transversale de Maximo et ses collaborateurs (59) portant sur 188 femmes sous contraception hormonale et 89 sans contraception a souligné le lien entre la prise de contraceptif et le niveau de douleur. Or, seule l'étude de Sterling (54) exclut les patients suivant un traitement pharmacologique, sans en préciser sa nature. La non prise en compte des traitements pharmacologiques dans les critères d'exclusion constituerait un biais de sélection dans une étude portant sur l'évaluation de la douleur.

L'**activité physique** stimule les voies adrénergiques et sérotoniques endogènes, capables d'activer un mécanisme supra-spinal anti nociceptif (29). Les études sélectionnées dans cet écrit n'intègrent pas l'impact du sport dans le protocole de sélection.

Seule l'étude de Wang-Price (51) inclut dans le **protocole** un entraînement des opérateurs. Or, selon le guide méthodologique de la HAS relatif aux évaluations des technologies de santé (60), l'expertise de l'opérateur peut avoir un effet sur les performances de la technique utilisée, menant à des biais de performance. Il est donc préférable de prendre en compte la courbe d'apprentissage des opérateurs dans l'évaluation des tests et outils (60).

Certaines études ont montré une mauvaise utilisation des méthodes statistiques et d'autres biais de reporting, ce qui réduit l'intérêt de l'étude.

En ce qui concerne l'évaluation de la fiabilité, certaines **lacunes méthodologiques**, notamment l'absence de **calcul statistique** des échantillons minimums ne permettent pas de dire si les résultats sont significatifs d'un point de vue statistique. De plus, les auteurs de trois études ne vérifient pas la **distribution** de leur différentes variables en amont, ce qui peut les mener à opter pour des outils statistiques inappropriés lors de l'analyse des données. Cela limite l'intérêt clinique des résultats des études. L'étude de Jørgensen de 2014 utilise la méthode de Brand et Altman sous forme numérique et non graphique. Selon les auteurs Grenier et al, il s'agirait d'une « *erreur d'utilisation de la méthode* » (61) qui peut conduire à une mauvaise interprétation des résultats.

L'étude de Sterling (53) présenterait en page 118 dans la table 2 de probables erreurs de report de données, entraînant un **biais de retranscription des données**. Elle mentionne une moyenne standard à $\pm 01,87$ (donnée peu cohérente) au lieu de probablement $\pm 201,87$. De plus, un intervalle de confiance est mentionné de la manière suivante « 341,23-546-94 » (forme de présentation non conventionnelle) au lieu de probablement « 341,23-546,94 ». Les résultats de l'étude de Zicarelli soulignent une incohérence sur la figure 3 : les données du graphique ne correspondent pas à celles rédigées de la partie résultats.

Le guide pratique de validation statistique de 2019 de la HAS différencie la répétabilité et la reproductibilité spatio-temporelle intra opérateur (40). Les mesures de la première sont espacées « *par un intervalle de temps jugé a priori négligeable* », alors que l'intervalle est non négligeable pour celle de la deuxième (40). Aucune étude ne définit clairement l'intervalle de temps approprié entre 2 mesures de variables quantitatives. Il semblerait que sa détermination soit à l'appréciation des auteurs, qui doivent prendre en considération les caractéristiques de la variable et des sujets à évaluer.

6.3 Critique de la revue

Cet écrit a été réalisé par un seul examinateur, l'auteur, créant des biais méthodologiques et d'interprétation. Par souci de transparence méthodologique, les risques inhérents à la réalisation d'une revue sont évalués grâce à la grille PRISMA (44). Elle permet ainsi de mesurer la qualité méthodologie et de reproductibilité de cette revue suivie par l'auteur. Des marqueurs y ont été ajoutés afin de faciliter sa lecture (voir ANNEXE X).

Seules 5 études ont été sélectionnées dans cette revue de littérature. Ce faible nombre pourrait s'expliquer par des critères d'inclusion et d'exclusion trop sélectifs visant à diminuer le bruit documentaire mais avec en contrepartie un silence documentaire important. Intégrer dans la population ciblée les sujets atteints de cervicalgies de grade III aurait permis d'inclure potentiellement 4 autres études. Néanmoins, il était justifié de sélectionner dans cette étude les sujets atteints de cervicalgies chroniques non spécifiques et après un whiplash de grade I et II au vu des recommandations de la HAS sur leur prise en charge similaire (3).

Cette revue a balayé plusieurs bases de données, ce qui est une force d'un point de vue méthodologique. Cependant, l'absence d'article de haut niveau de preuve est une première limite inhérente à l'état de la littérature du sujet abordé.

Le cadre conceptuel définit les critères de sensibilisation centrale. Dans l'algorithme proposé par Nijs (25) (voir ANNEXE III), le critère de « distribution diffuse de la douleur » (« Diffuse pain distribution » en anglais) inclut la présence d'une douleur bilatérale. Ce critère n'est pas inclut spécifiquement dans les critères de sélection, ce qui peut créer un biais de sélection. De plus, au niveau du deltoïde, la tendance observée d'un seuil de douleur à la pression au niveau supérieur chez les sujets atteints de cervicalgie chronique induirait une diffusion de la douleur sur un même territoire segmentaire. En effet, la zone du deltoïde a des myotomes et des dermatomes en commun avec la zone cervicale. La diffusion extra segmentaire n'est pas observée dans les résultats, en l'absence de résultats sur les zones du sternum ou des membres inférieurs.

Selon l'ouvrage de Moseley et Butler « Explain pain surcharged » (26), le meilleur moyen d'évaluer la douleur d'une personne est de lui demander d'en parler. En effet, la douleur n'existe pas sans la conscience ; elle n'est pas visible directement sur une imagerie. Cette subjectivité rend difficile le travail des scientifiques et cliniciens car elle introduit un biais de reporting dans les études (26). Ce biais fait référence à l'évaluation incorrecte des patients de leur douleur du fait de ses nombreuses influences biopsychosociales (comportement exagéré,

fatigue...). Cette revue de littérature portant sur un critère en lien avec la douleur, sa subjectivité impacte grandement les résultats, surtout sur une étude transversale à un instant t. La réalisation d'une étude longitudinale permettrait de palier à la subjectivité de la douleur. Ainsi, la mesure de la douleur prendrait de l'importance au profit de son évolution. Chaque sujet serait son propre contrôle.

Les résultats de cette revue ne sont pas concluants du fait en partie du manque d'homogénéité entre les études. Les algomètres sont de différentes marques ; les protocoles diffèrent d'une étude à l'autre, notamment en ce qui concerne l'entraînement des opérateurs.

Au vu des résultats des études sélectionnées dans cette démarche d'initiation à la recherche, on peut se questionner sur l'intérêt d'une question aussi spécifique. La première idée de l'auteur était de réaliser une revue des tests et outils mesurant les symptômes de la sensibilisation centrale, à savoir les outils quantitatifs (PTT, etc.) et qualitatifs (dépression, kinésiophobie etc.) chez les patients atteints de cervicalgie chronique. Cependant, cette démarche avait déjà été réalisée par Van Oosterwijck et al. en 2013 en ce qui concerne les tests quantitatifs (32). De plus, la revue systématique de littérature de Schuttert publiée fin 2021 (27) faisait le même exercice pour les lombalgies. Il apparaissait donc intéressant de poursuivre avec une analyse des qualités psychométriques de ces outils.

6.4 Applicabilité en pratique clinique et perspectives professionnelles

Cette revue de littérature souligne une tendance, à savoir une diminution des seuils de douleurs à la pression chez les patients atteints de cervicalgie chronique. Cependant, les résultats de cette revue de littérature ne confirment pas la qualité psychométrique des tests PPT pour l'évaluation de l'hyperalgésie secondaire, marqueur d'une sensibilisation centrale, alors qu'ils sont largement utilisés dans la littérature. Cette démarche d'initiation à la recherche met ainsi en lumière l'importance de garder un regard critique sur les résultats et la conclusion des articles scientifiques. Cela est indispensable à une démarche de raisonnement clinique respectant les 3 principes de la pratique basée sur les preuves (Evidence Based Practice en anglais) (41), dont les données de la recherche. Être sensibilisé à la lecture critique d'article scientifique, notamment par des connaissances en méthodologie statistique est un atout pour identifier les techniques adéquates et prouvées à utiliser dans sa future pratique.

Bien que la présence de sensibilisation centrale soit difficile à diagnostiquer, comprendre son mécanisme aide à classer les patients selon les profils (notamment selon le type de douleur) pour adapter le traitement. Ainsi, en pratique, l'approche globale de Nijs détaillée dans la

cadre conceptuel (25) permet d'aiguiller le raisonnement clinique du praticien, notamment en rejetant dans un premier temps les origines nociceptives et neuropathiques des douleurs cervicales. Bien que les propriétés psychométriques des tests PPT à distance de la région du cou n'aient pas été démontrées par cet écrit, ils restent intéressants à utiliser en l'absence de gold standard, et en association avec d'autres tests. Des hypothèses peuvent ainsi être élaborées à partir de plusieurs indices, conduisant à opter pour une thérapie la plus adaptée, qui devra être ensuite évaluée.

Cette initiation à la recherche sur un thème de neurosciences fut l'occasion d'approfondir des notions complexes de neurophysiologie de la douleur. En effet, l'éducation en neurosciences de la douleur des patients est une thérapie étudiée notamment pour le traitement des cervicalgies chroniques. L'essai contrôlé randomisé publié en 2021 par Javdaneh et al (62) a souligné que les exercices thérapeutiques associés à l'éducation de la douleur réduisaient l'indice douleur-incapacité (évalué par le NPAD, échelle de douleur et d'incapacité du cou), le catastrophisme et les croyances d'évitement des patients. Ces connaissances seront un atout pour la prise en charge des patients atteints de douleurs chroniques.

6.5 Perspectives pour la recherche

Comme évoqué, les résultats de cet écrit ne sont pas concluants, en partie à cause du faible niveau de preuve des études et de la faible puissance statistique de l'échantillonnage. Afin de valider la fiabilité, la reproductibilité et la répétabilité, il serait intéressant de mener une étude longitudinale (avec des sujets symptomatiques et asymptomatiques) avec un échantillon significatif multicentrique calculé de manière statistique, et représentatif de la population. Des mesures réalisées par plusieurs examinateurs en aveugle, sur plusieurs localisations (membre supérieur, membre inférieur, sternum, autres zones) avec un intervalle de temps significatif permettraient d'évaluer la fiabilité en évitant l'effet pygmalion, un biais de performance.

La prise en compte des caractéristiques des participants d'ordre psychologique, physique (niveau d'activité) et d'ordre pharmacologique limiterait les risques de biais. L'absence d'amélioration des mesures PPT ou une diminution de leur seuil après un exercice physique induirait la présence de sensibilisation centrale au niveau cortical (29). Ainsi, des tests de PPT réalisés en local ou à distance de la zone douloureuse après une activité physique aérobie permettrait de diminuer l'impact de la sensibilisation périphérique dans le mécanisme de la douleur (29).

En l'absence de gold standard, il n'est pas possible de confirmer la validité (sensibilité, spécificité, etc.) des tests PPT. Cependant, un cluster de tests permettrait de contourner l'absence de gold standard afin de tester sa validité de construit qui est utilisée dans des mesures de critères multiples. Elle met en relation le test étudié avec d'autres critères liés (49), comme par exemple d'autres manifestations observées chez les patients atteints de douleurs chroniques. Nijs ayant déjà introduit la notion de douleurs diffuses dans son algorithme (25), il serait intéressant de réfléchir à y intégrer une sélection de plusieurs tests mesurant les symptômes de la sensibilisation centrale dans une étude d'un niveau supérieur de preuve.

Un élément endogène aux domaines des neurosciences explique également ces difficultés à conclure sur les propriétés psychométriques des tests PPT. En effet, les recherches en neurosciences se heurtent à des limitations déontologiques chez les humains concernant les tests cliniques relatifs aux voies de la nociception (63). Ce constat rend difficile l'évaluation d'outils métrologiques sur les humains visant à évaluer les manifestations d'un dysfonctionnement de la nociception au niveau du SNC notamment la sensibilisation centrale.

Cet écrit traite seulement d'une manifestation sensorielle de la sensibilisation centrale, c'est-à-dire la douleur. Or, il semblerait que le mouvement soit également altéré chez les patients atteints de cervicalgie chronique. En effet, des modifications de la distribution de l'activité musculaire au niveau du cou ont été observées chez ces patients (4). Elles entraîneraient une altération du contrôle moteur du fait d'une mauvaise coordination des muscles antagonistes de la région cervicale (4). Des altérations de la stabilité dynamique de la scapula ont également été observées (64), soulignant des conséquences motrices à distance de la zone cervicale. Ainsi, en parallèle d'une sensibilisation centrale des voies sensorielles, les cervicalgies chroniques altèreraient également les voies neuro-motrices sur la zone et à distance.

7 CONCLUSION

La qualité des paramètres psychométriques des tests de seuil de douleur à la pression (PPT) réalisé avec des algomètres n'est pas confirmée par cette revue de littérature. Elle ne permet donc pas de valider la fiabilité de l'utilisation de ces tests en clinique. Une tendance est cependant soulignée : les valeurs des seuils de douleur à la pression au niveau de l'épaule sont supérieures chez les patients atteints de cervicalgie chronique. Elle mériterait une analyse plus poussée grâce à des études de plus forte puissance statistique.

Le choix d'un thème de neurosciences fut l'occasion d'approfondir les notions de douleurs, de nociception et de sensibilisation pour comprendre leurs mécanismes. Cette compréhension est utile dans la pratique professionnelle, notamment pour l'éducation thérapeutique des patients douloureux chroniques et donc pour une meilleure prise en charge des patients.

Ce travail d'initiation à la recherche a suivi autant que faire se peut une démarche méthodologique préconisée par les guides de recommandations. Il donne l'occasion de mettre en pratique les connaissances relatives à la méthodologie de recherche, au profit de l'acquisition de nouveaux savoirs selon la démarche d'Evidence Based Practice. Il a mis en évidence l'importance pour le clinicien de garder une vision critique des outils d'évaluation utilisés dans les études publiées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. HAS. Pertinence des actes d'imagerie cervicale chez l'adulte en cas de cervicalgie non traumatique ou après un traumatisme cervical. Saint-Denis La Plaine: HAS; 2020 nov p. 187.
2. Woolf CJ. Central sensitization: Implications for the diagnosis and treatment of pain. *Pain*. mars 2011;152(3):S2-15.
3. ANAES. Recommandations pour la pratique clinique. Masso-kinésithérapie dans les cervicalgies communes et dans le cadre du « coup du lapin » ou whiplash [Internet]. Saint-Denis La Plaine; 2003 mai [cité 20 déc 2021]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/recommandations_cervicalgies_mel_2006_2006_12_28__11_50_51_550.pdf
4. Jull G, Falla D, Treleaven J, O'Leary S, Lewis JS. Management of Neck Pain Disorders: a Research Informed Approach. First Edition. Philadelphia: Elsevier; 2018.
5. HAS. Cervicalgies : ne pas recourir de façon systématique à l'imagerie [Internet]. 2020 [cité 24 juill 2021]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/p_3223103/fr/cervicalgies-ne-pas-recourir-de-facon-systematique-a-l-imagerie
6. CNAMTS (Caisse Nationale d'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés). Rééducation dans les cervicalgies non spécifiques sans atteinte neurologique. Dossier de Saisine [Internet]. HAS; 2013 [cité 28 déc 2021]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-04/referentiel_cervicalgies_fev_2013-vdef_2013-04-19_10-28-54_48.pdf
7. Kazeminasab S, Nejadghaderi SA, Amiri P, Pourfathi H, Araj-Khodaei M, Sullman MJM, et al. Neck pain: global epidemiology, trends and risk factors. *BMC Musculoskelet Disord*. déc 2022;23(1):26.
8. Blanpied PR, Gross AR, Elliott JM, Devaney LL, Clewley D, Walton DM, et al. Neck Pain: Revision 2017: Clinical Practice Guidelines Linked to the International Classification of Functioning, Disability and Health From the Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association. *J Orthop Sports Phys Ther*. juill 2017;47(7):A1-83.
9. Dufour M, Pillu M, Langlois K, Valle S del. Biomécanique fonctionnelle : Membres -tête-tronc. 2e éd. Issy-les-Moulineaux: Elsevier-Masson; 2017.
10. Seroussi R, Singh V, Fry A. Chronic whiplash pain. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. mai 2015;26(2):359-73.
11. Binder A. The diagnosis and treatment of nonspecific neck pain and whiplash. *Eur Medicophysica*. mars 2007;43(1):79-89.
12. Verhagen AP, Lewis M, Schellingerhout JM, Heymans MW, Dziedzic K, de Vet HCW, et al. Do whiplash patients differ from other patients with non-specific neck pain regarding pain, function or prognosis? *Man Ther*. oct 2011;16(5):456-62.
13. Association OMT-France, Association PEKAB. Guide sur le triage en kinésithérapie. Paris: OMT-France; 2021 p. 94.
14. IASP - Announces Revised Definition of Pain [Internet]. 2020 [cité 18 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.iasp-pain.org/PublicationsNews/NewsDetail.aspx?ItemNumber=10475>

15. HAS. Douleur chronique : reconnaître le syndrome douloureux chronique, l'évaluer et orienter le patient [Internet]. Saint-Denis La Plaine: HAS; 2008 déc p. 121. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2009-01/douleur_chronique_argumentaire.pdf
16. WHO. ICD-11 for Mortality and Morbidity Statistics [Internet]. www.icd.who.int. 2021 [cité 8 janv 2022]. Disponible sur: <http://id.who.int/icd/entity/1581976053>
17. HAS. Parcours de soins d'un patient douloureux chronique [Internet]. Saint-Denis La Plaine; 2019 nov. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2020-11/app_253_cadrage_douleur_post_coi_2019_11_13_v0.pdf
18. Chanda ML, Alvin MD, Schnitzer TJ, Apkarian AV. Pain characteristic differences between subacute and chronic back pain. *J Pain Off J Am Pain Soc.* juill 2011;12(7):792-800.
19. IASP. Terminology | International Association for the Study of Pain [Internet]. International Association for the Study of Pain (IASP). [cité 19 sept 2021]. Disponible sur: <https://www.iasp-pain.org/resources/terminology/>
20. Kosek E, Cohen M, Baron R, Gebhart GF, Mico JA, Rice ASC, et al. Do we need a third mechanistic descriptor for chronic pain states? *Pain.* juill 2016;157(7):1382-6.
21. Suter M, Allaz AF. De l'activation des nocicepteurs à la douleur centrale : un changement de paradigme. 23 juin 2021;(1191):2.
22. Vergne-Salle P, Bertin P. Douleur chronique et neuroinflammation. *Rev Rhum.* mai 2021;S1169833021001861.
23. Coquery JM, Tajeddine N, Gailly P. Neurosciences. 5^e Edition. Louvain-la-Neuve [Paris]: De Boeck supérieur; 2015. (Neurosciences et cognition).
24. Yunus MB. Fibromyalgia and overlapping disorders: the unifying concept of central sensitivity syndromes. *Semin Arthritis Rheum.* juin 2007;36(6):339-56.
25. Nijs J, Torres-Cuerco R. Applying Modern Pain Neuroscience in Clinical Practice: Criteria for the Classification of Central Sensitization Pain. *Pain Physician.* 14 sept 2014;5;17(5;9):447-57.
26. Butler DS, Moseley GL. Explain pain supercharged: supercharge your understanding and treatment of pain. Adelaide: Noigroup Publications; 2017. 244 p.
27. Schuttert I, Timmerman H, Petersen KK, McPhee ME, Arendt-Nielsen L, Reneman MF, et al. The Definition, Assessment, and Prevalence of (Human Assumed) Central Sensitization in Patients with Chronic Low Back Pain: A Systematic Review. *J Clin Med.* 17 déc 2021;10(24):5931.
28. Cleland J, Koppenhaver S, Su J, Netter FH, Machado CAG, Craig JA, et al. Examen clinique de l'appareil locomoteur: tests, évaluation et niveaux de preuve. 3e éd. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2018.
29. Nijs J, Van Houdenhove B, Oostendorp RAB. Recognition of central sensitization in patients with musculoskeletal pain: Application of pain neurophysiology in manual therapy practice. *Man Ther.* avr 2010;15(2):135-41.
30. Ameli. Symptômes et diagnostic du diabète [Internet]. [cité 6 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/diabete/diabete-symptomes-evolution/diagnostic-diabete>

31. Halami A. Laurent FABRE - Sensibilisation centrale (03) Est-ce pertinent ? [Internet]. KineFact. [cité 12 sept 2021]. Disponible sur: <http://www.kinefact.com/general/laurent-fabre-sensibilisation-centrale-03-est-ce-pertinent/>
32. Van Oosterwijck J, Nijs J, Meeus M, Paul L. Evidence for central sensitization in chronic whiplash: A systematic literature review: Systematic review: Central sensitization in chronic WAD. *Eur J Pain*. mars 2013;17(3):299-312.
33. Fransoo P. L'algorithme de pression. *Kinésithérapie Rev*. nov 2009;9(95):44-7.
34. Nijs J, Huysmans E. Clinimetrics: The Central Sensitisation Inventory: a useful screening tool for clinicians, but not the gold standard. *J Physiother*. déc 2021;S1836955321001193.
35. Scerbo T, Colasurdo J, Dunn S, Unger J, Nijs J, Cook C. Measurement Properties of the Central Sensitization Inventory: A Systematic Review. *Pain Pract Off J World Inst Pain*. avr 2018;18(4):544-54.
36. Neziri AY, Limacher A, Jüni P, Radanov BP, Andersen OK, Arendt-Nielsen L, et al. Ranking of tests for pain hypersensitivity according to their discriminative ability in chronic neck pain. *Reg Anesth Pain Med*. août 2013;38(4):308-20.
37. Zabala Mata J, Lascurain-Aguirrebeña I, Dominguez López E, Azkue JJ. Enhanced Pronociceptive and Disrupted Antinociceptive Mechanisms in Nonspecific Chronic Neck Pain. *Phys Ther*. 3 mars 2021;101(3):pzaa223.
38. Patijn J. Reproducibility protocol for diagnostic procedures in Manual/Musculoskeletal Medicine: Edition 2019. *Man Med*. déc 2019;57(6):451-79.
39. Revicki D, Hays RD, Cella D, Sloan J. Recommended methods for determining responsiveness and minimally important differences for patient-reported outcomes. *J Clin Epidemiol*. févr 2008;61(2):102-9.
40. Desquilbet L. Guide pratique de validation statistique de méthodes de mesure : répétabilité, reproductibilité, et concordance. 2019. Report No.: hal-02103716v2.
41. Pallot A. Evidence based practice en rééducation: démarche pour une pratique raisonnée. Issy-les-Moulineaux: Elsevier-Masson; 2019.
42. Delafontaine A. Réussir la démarche de recherche universitaire en kinésithérapie et thérapie manuelle: méthodologie, lecture critique d'article, mémoire de fin d'études. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2019.
43. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med*. 21 juill 2009;6(7):e1000097.
44. Gedda M. Traduction française des lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses. *Kinésithérapie Rev*. janv 2015;15(157):39-44.
45. HAS. Etat des Lieux - Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique. Saint-Denis La Plaine; 2013 avr.
46. Chiplock A. LibGuides: Physical Therapy Library Guide: Levels of Evidence [Internet]. [cité 6 mars 2022]. Disponible sur: <https://guides.lib.usf.edu/c.php?g=237761&p=1597935>

47. Downes MJ, Brennan ML, Williams HC, Dean RS. Development of a critical appraisal tool to assess the quality of cross-sectional studies (AXIS). *BMJ Open*. déc 2016;6(12):e011458.
48. Röhrig B, Prel JB du, Wachtlin D, Kwiecien R, Blettner M. Sample Size Calculation in Clinical Trials. *Dtsch Arztebl Int* [Internet]. 9 août 2010 [cité 16 mars 2022]; Disponible sur: <https://www.aerzteblatt.de/10.3238/arztebl.2010.0552>
49. Piette P. Métrologie appliquée à la kinésithérapie : mesures, tests et bilans, concepts fondamentaux. *Kinésithérapie-Médecine Phys-Réadapt*. 2016;(12(3)):1-15 [Article 26.007-A-40].
50. Zicarelli CAM, Santos JPM, Poli-Frederico RC, Silva RA, Barrilec F, Barrette G, et al. Reliability of pressure pain threshold to discriminate individuals with neck and low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 24 mai 2021;34(3):363-70.
51. Wang-Price S, Zafereo J, Brizzolara K, Mackin B, Lawson L, Seeger D, et al. Psychometric Properties of Pressure Pain Thresholds Measured in 2 Positions for Adults With and Without Neck-Shoulder Pain and Tenderness. *J Manipulative Physiol Ther*. 2019;42(6):416-24.
52. Jørgensen R, Ris I, Falla D, Juul-Kristensen B. Reliability, construct and discriminative validity of clinical testing in subjects with and without chronic neck pain. *BMC Musculoskelet Disord*. déc 2014;15(1):408.
53. Ylinen J, Nykänen M, Kautiainen H, Häkkinen A. Evaluation of repeatability of pressure algometry on the neck muscles for clinical use. *Man Ther*. mai 2007;12(2):192-7.
54. Sterling M, Jull G, Carlsson Y, Crommert L. Are cervical physical outcome measures influenced by the presence of symptomatology? *Physiother Res Int*. août 2002;7(3):113-21.
55. Convertir kilogramme-force/centimètre² [kgf/cm²] <—> newton/millimètre² [N/mm²] • Convertisseur de pression, de contrainte et de module de Young • Convertisseurs d'unités populaires • Calculateur compact • Convertisseurs d'unités en ligne [Internet]. [cité 26 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.translatorscafe.com/unit-converter/fr-FR/pressure/27-20/kilogram-force/centimeter%C2%B2-newton/millimeter%C2%B2/>
56. Jørgensen R, Ris I, Juhl C, Falla D, Juul-Kristensen B. Responsiveness of clinical tests for people with neck pain. *BMC Musculoskelet Disord*. déc 2017;18(1):548.
57. Leplège A, Ecosse E, Verdier A, Perneger TV. The French SF-36 Health Survey. *J Clin Epidemiol*. nov 1998;51(11):1013-23.
58. Stubhaug A, Romundstad L, Kaasa T, Breivik H. Methylprednisolone and ketorolac rapidly reduce hyperalgesia around a skin burn injury and increase pressure pain thresholds. *Acta Anaesthesiol Scand*. 20 août 2007;0(0):070820212146006-???
59. Máximo MM, Silva PS, Vieira CS, Gonçalves TM, Rosa-e-Silva JC, Candido-dos-Reis FJ, et al. Low-dose progestin-releasing contraceptives are associated with a higher pain threshold in healthy women. *Fertil Steril*. nov 2015;104(5):1182-9.
60. HAS. Guide méthodologique : Méthodologie pour le développement clinique des dispositifs médicaux [Internet]. Saint-Denis La Plaine; 2021 juin [cité 9 avr 2022]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-11/guide_methodologique_pour_le_developpement_clinique_des_dispositifs_medicaux.pdf

61. Grenier B, Dubreuil M, Journois D. Comparaison de deux méthodes de mesure d'une même grandeur : méthode de Bland et Altman. *Ann Fr Anesth Réanimation*. févr 2000;19(2):128-35.
62. Javdaneh N, Saeterbakken AH, Shams A, Barati AH. Pain Neuroscience Education Combined with Therapeutic Exercises Provides Added Benefit in the Treatment of Chronic Neck Pain. *Int J Environ Res Public Health*. 22 août 2021;18(16):8848.
63. Curatolo M, Arendt-Nielsen L. Central Hypersensitivity in Chronic Musculoskeletal Pain. *Chronic Pain*. 1 mai 2015;26(2):175-84.
64. Helgadottir H, Kristjansson E, Mottram S, Karduna A, Jonsson H. Altered Scapular Orientation During Arm Elevation in Patients With Insidious Onset Neck Pain and Whiplash-Associated Disorder. *J Orthop Sports Phys Ther*. déc 2010;40(12):784-91.
65. Le Bars D, Willer JC. Plasticité de la douleur : rôle des contrôles inhibiteurs diffus. *EMC - Neurol*. janv 2008;5(1):1-19.
66. Cuesta-Vargas AI, Neblett R, Chiarotto A, Kregel J, Nijs J, van Wilgen CP, et al. Dimensionality and Reliability of the Central Sensitization Inventory in a Pooled Multicountry Sample. *J Pain*. mars 2018;19(3):317-29.
67. Pitance L, Piraux E, Lannoy B, Meeus M, Berquin A, Eeckhout C, et al. Cross cultural adaptation, reliability and validity of the French version of the central sensitization inventory. *Man Ther*. sept 2016;25:e83-4.
68. Ware JE. SF-36 Health Survey Update: Spine. *Spine*. déc 2000;25(24):3130-9.
69. Novy DM, Nelson DV, Berry LA, Averill PM. What does the beck depression inventory measure in chronic pain?: a reappraisal. *Pain*. mai 1995;61(2):261-70.
70. Vernon H, Mior S. The Neck Disability Index: a study of reliability and validity. *J Manipulative Physiol Ther*. sept 1991;14(7):409-15.
71. Karcioglu O, Topacoglu H, Dikme O, Dikme O. A systematic review of the pain scales in adults: Which to use? *Am J Emerg Med*. avr 2018;36(4):707-14.

Tables des abréviations, sigles et acronymes par type et ordre alphabétiqueTermes généraux mentionnés dans la revue de littérature

ANAES	Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé
BDD	Base De Données
CIDN	Contrôle Inhibiteur Diffus de la Nociception
CIM	Classement International des Maladies
HAS	Haute Autorité de la Santé
IASP	International Association for the Study of Pain
ICD	International Classification of Diseases
IMC	Indice de Masse Corporelle
JOSPT	Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy
MeSH	Medical Subject Headings
NMT	Influential neuromatrix theory
NPTF	Neck Pain Task Force
NZGC	New Zealand Guidelines Groupe
OMT-France	Organisation for Musculoskeletal Therapy-France
PICO	Population Intervention Comparaison Outcome
PEDro	Physiotherapy Evidence Database
SC	Sensibilisation Centrale
SP	Sensibilisation Périphérique
SCOM	Sterno-Cleïdo-Occipito-Mastoïdien (muscle)
SNC	Système Nerveux Central
WAD	Whiplash-associated Disorder

Outils d'évaluation mentionnés dans la revue de littérature

BDI	Beck Depression Inventory
BBPT	Brachial Plexus Provocation Test
CSI	Central Sensitization Inventory
CSQ	Catastrophizing Scale of the Coping Strategies Questionnaire
ISC	Inventaire de sensibilisation centrale
MDC	Minimal Clinically Difference
NDI	Neck Disability Index
NRS	Numeric Rating Scale (Echelle d'évaluation numérique)
PPT	Pressure Pain Threshold
QST	Quantitative Sensory Testing
SF-36	Short Form
STAI	State-Trait Anxiety Inventory
NPAD	Echelle de douleur et d'incapacité du cou
VAS	Visual Analogue Scale

Outils d'évaluation et termes statistiques mentionnés dans la revue de littérature

ANOVA	ANalyse Of Variance
AXIS	Appraisal tool for CrossSectional Studies
CC	Coefficient de Corrélation
CMD	Changement Minimal Détectable
ESM	Erreur Standard de Mesure
IC	Intervalle de Confiance
ICC	Intraclass Correlation Coefficient
MCID	Minimal Clinically Important Difference
MDC	Minimal clinically difference
NSN	Nombre de Sujets Nécessaires
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
QUADAS	Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies
SEM	Standard Error of Measurement
STROBE	Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology

Table des illustrations - Tableaux

Tableau 1 - Lexique français / anglais des mots clefs.....	23
Tableau 2 - Synthèse des équations de recherche et des résultats par BDD	25
Tableau 3 - Nombre et genre de la population par étude	32
Tableau 4 - Algomètres et unités utilisés	33
Tableau 5 - Synthèse des caractéristiques des études	34
Tableau 6 - Impact factor des journaux de publication des études	36
Tableau 7 - Localisation des PPT et outils qualitatifs par étude	37
Tableau 8 - Comparaison des seuils de douleur à la pression entre groupes	38
Tableau 9 - Critères de différenciation entre les douleurs neuropathiques et les douleurs non neuropathiques liées à la sensibilisation centrale.....	VII
Tableau 10 - Critères PICO par type de question de recherche	XII
Tableau 11 - Critères d'inclusion des patients atteints de cervicalgie chronique par article .	XIII
Tableau 12 - Critères d'exclusion des patients atteints de cervicalgie chronique par article	XIV
Tableau 13 - Grille AXIS complétée.....	XV
Tableau 14 - Description des tests utilisés dans l'étude de Jørgensen pour une analyse de corrélation avec les tests PPT.....	XVI
Tableau 15 - Tableau des critères de la grille PRISMA de cette revue de littérature	XVII

Table des illustrations - Figures

Figure 1 - Algorithme de classification de la douleur liée à la sensibilisation centrale (26) ...	15
Figure 2 - Pyramide de preuve	27
Figure 3 - Diagramme de flux de la stratégie de recherche	28
Figure 4 - Arbre décisionnel pour le triage en kinésithérapie	I
Figure 5 - Traitement des stimuli en cas de situation normale (2).....	IV
Figure 6 - Traitement des stimuli en cas de sensibilisation centrale (2)	V
Figure 7 - Algorithme de classification de la douleur liée à la sensibilisation centrale (26)	VIII
Figure 8 - Inventaire de sensibilisation centrale : Partie A	X
Figure 9 - Inventaire des symptômes associés à la sensibilisation centrale : Partie B	XI

ANNEXE I – Arbre décisionnel pour le triage en kinésithérapie (13)

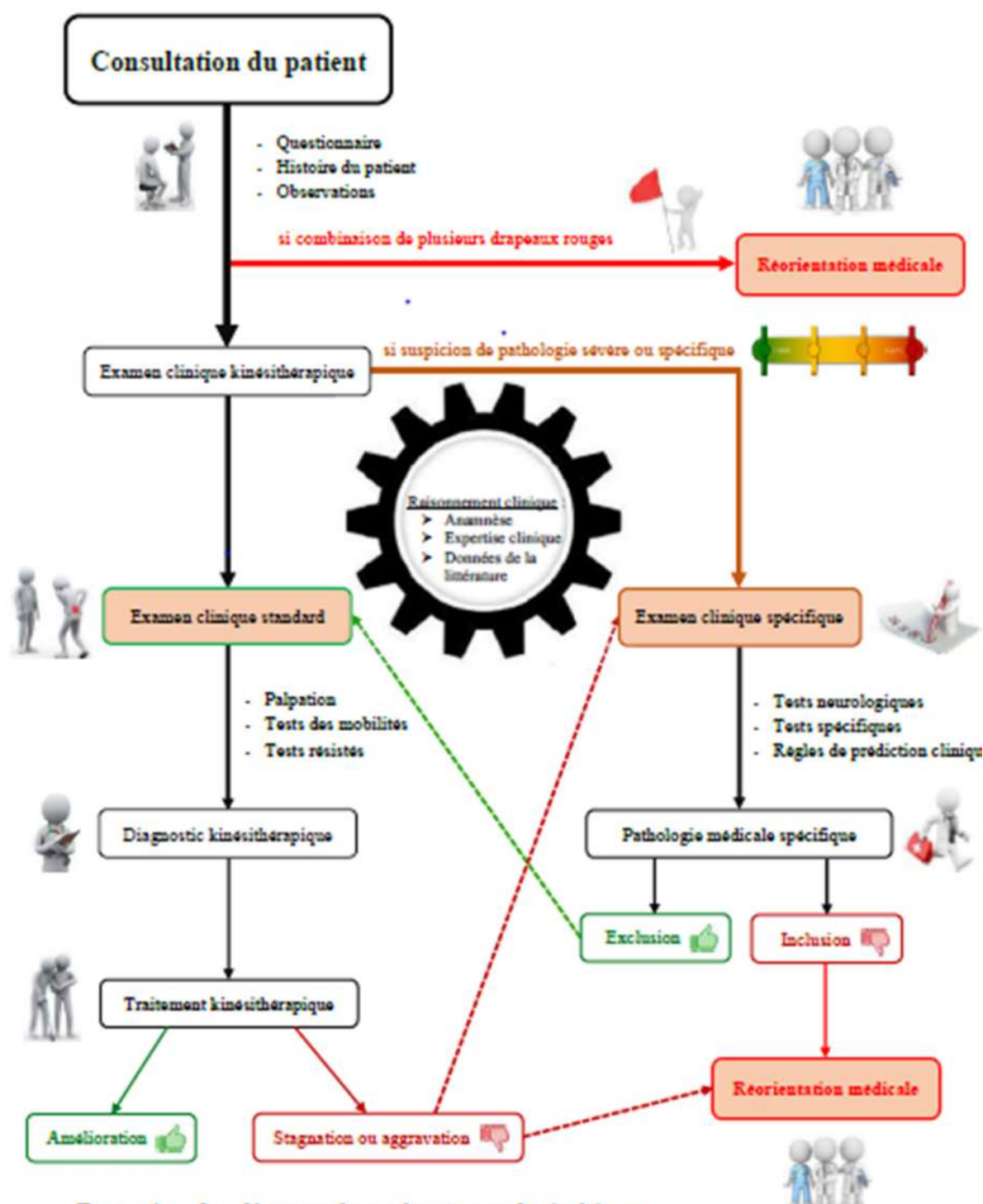


Figure 4 : arbre décisionnel pour le triage en kinésithérapie

Figure 4 - Arbre décisionnel pour le triage en kinésithérapie

ANNEXE II – Les voies physiologiques de la sensibilité, de la douleur et le processus de traduction du message douloureux

La nociception se définit comme « le process neural d'encodage d'un stimulus nuisible ; elle est associée avec la douleur ». C'est le processus sensoriel à l'origine du message nerveux qui provoque la douleur. Cette douleur peut être modulée et peut dysfonctionner à plusieurs niveaux.

A/ Les voies ascendantes de la douleur

Les voies ascendantes, dites voies spinothalamiques sont responsables de la sensibilité thermo-algique. Elles intègrent une succession de 3 neurones qui relaient l'information nerveuse. Elles sont composées de 2 types de fibres nerveuses somesthésiques de faibles diamètres, peu ou pas myélinisées qui transmettent les messages de la douleur. Ces fibres nerveuses A δ et C qui répondent aux stimuli douloureux des terminaisons nerveuses de neurones (nocicepteurs) font synapses dans la corne postérieure dorsale de la moelle épinière (23). Un second neurone remonte vers la région thalamique controlatérale où il fait synapse avec un troisième neurone. Ce dernier remonte vers le cortex somatosensoriel, région du cerveau qui permet la localisation précise du message nociceptif d'origine. Les fibres A δ peu myélinisées ont pour fonction de transmettre les messages douloureux et thermiques (23). Les fibres C sont des récepteurs dits polymodaux sensibles aux stimuli thermiques, chimiques et mécaniques (23). Le message sensitif perçu par ces récepteurs est ensuite transmis à la corne postérieure de la moelle épinière par le neurone afférent primaire (23).

La fonction sensorielle du toucher est, quant à elle traitée par les fibres myélinisées A β et donc à conduction plus rapide que les fibres nerveuses nociceptives. Bien que les fibres A β encodent les sensations non douloureuses, elles peuvent être à l'origine de douleurs par un phénomène de plasticité neuronale (on parle alors d'allodynie).

Pour résumer, la douleur est une perception désagréable d'un stimulus sensitif. Elle implique « *l'interaction entre des facteurs biologiques (génétiques, biochimique...), psychologiques (humeur, personnalité, comportement) et sociaux (culturel, familial, socioéconomique, médical...)* » (26). La douleur est « décryptée » par les voies de la nociception, un processus sensoriel qui passe par les systèmes nerveux périphériques et centraux.

La voie ascendante traite donc le message nociceptif de sa genèse à sa perception par le SNC. Elle est composée de 4 étapes (la transduction, l'encodage, la transmission et enfin la perception (4) détaillées ci-après. Néanmoins, il est important de signaler que la modulation

du signal douloureux est possible à chaque étape, notamment par les interventions thérapeutiques (4) ou par la pharmacologie (23).

- La **transduction** sensorielle est le processus par lequel l'énergie du stimulus nocif (mécanique, thermique, chimique ou électrique), dommageable ou potentiellement dommageable est convertie en signaux électriques grâce à des récepteurs (4,23). Situés à l'extrémité distale des nerfs et enchâssés dans le tissu stimulé, ces récepteurs sensoriels sont appelés nocicepteurs et ont un seuil de détection des stimuli haut (4).
- **L'encodage** est le processus de formation du signal qui intègre les caractéristiques de l'information à transmettre (nature et intensité du stimulus) (4). Il est effectué par les nocicepteurs et est modulé notamment par les interneurons situés sur le trajet ascendant de l'information (4).
- La **transmission** est le processus par lequel l'information encodée est passée d'un neurone à l'autre via les synapses vers le SNC (4). Ces neurones sont constituées de fibres C ou A delta de faibles diamètres. Peu myélinisés, ils conduisent lentement l'information. Ils agissent comme des glandes car leurs récepteurs terminaux libèrent des substances pro inflammatoires (comme les prostaglandines, les cytokines, les bradykines) qui atteignent les tissus adjacents, propageant ainsi le message douloureux aux nocicepteurs contigus. Ce phénomène est appelé sensibilisation périphérique (4).
- La **perception** est une expérience conscientisée par le SNC. L'étape de la transmission passant par plusieurs voies, plusieurs régions sont donc activées lors d'une expérience douloureuse (4). Le cortex somato sensoriel primaire et secondaire, l'insula, le cortex cingulaire antérieure, le cortex préfrontal et le thalamus (4). Cette large distribution du signal au niveau du cortex est à l'origine des multifacettes des composantes de la douleur : affective-émotionnelle, sensori-discriminative, cognitive et comportementale (4).

La modulation du signal est possible à chaque étape, notamment par les interventions thérapeutiques (4) ou par la pharmacologie (2).

B/ Le contrôle descendant de la douleur

Le cerveau a également la capacité de moduler le signal nociceptif grâce aux voies descendantes inhibitrices permettant notamment un soulagement de la douleur. Il s'agit de système de filtres virtuels dont la fermeture est commandée par le cortex, le mésencéphale ou le bulbe rachidien.

Une autre voie descendante agit de manière plutôt périphérique. On parle de contrôle segmentaire périphérique (à chaque segment de la moelle) qui est la conséquence de

l'interaction entre les voies afférentes nociceptives (A-delta et C) et non nociceptives (A-alpha et A-bêta).

Contrôle segmentaire périphérique : circuits des stimuli douloureux et tactiles (2)

En situation de sensation normale (voir Figure 5), le système somato sensoriel est organisé de telle sorte que les neurones sensoriels primaires hautement spécialisés qui codent les stimuli de faible intensité activent uniquement les voies centrales qui conduisent à des sensations inoffensives. Les stimuli de haute intensité qui activent des nocicepteurs n'activent que les voies centrales qui conduisent à la douleur. En situation normale, les deux voies sont parallèles et ne se croisent pas d'un point de vue fonctionnel. Ceci est modulé par les fortes entrées synaptiques entre les voies des entrées sensorielles et les neurones inhibiteurs qui maintiennent l'activité sur ces circuits dédiés. L'interneurone excité va inhiber l'activité des neurones nocicepteurs et donc « s'opposer » à la transmission du stimulus nociceptif. Il s'agit d'un contrôle endogène de la douleur. Melzack et Wall parlent de la **théorie du portillon**, également nommée « **Gate control** » en anglais (23). Elle s'appuie sur une connectivité entre neurones impliquant à la fois les afférences nociceptives, non nociceptives (celles du toucher léger), qui toutes les 2 communiquent avec des interneurones inhibiteurs. Ces 3 neurones font synapse avec le second neurone (voir Figure 1) (23). Les fibres nociceptives ont une action inhibitrice sur l'interneurone alors que les fibres non nociceptives (de la sensibilité) sont excitatrices (23). C'est ce réseau de neurones qui forme une porte virtuelle qui module le signal douloureux. La douleur va stimuler le second neurone, dit neurone spinothalamique mais également inhiber l'activité de l'interneurone, lui-même inhibant le message le second neurone.

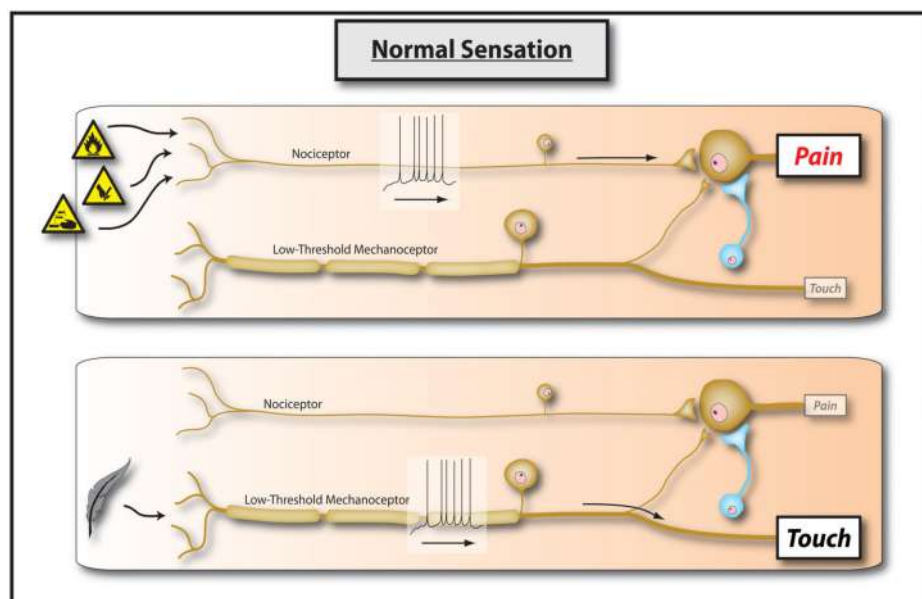


Figure 5 - Traitement des stimuli en cas de situation normale (2)

En **situation de sensation anormale**, la présence de sensibilisation centrale dans les voies somato sensorielles augmente l'efficacité synaptique et réduit l'inhibition. Une amplification centrale se produit alors, augmentant la réponse de la douleur aux stimuli nociceptifs, sa durée et son étendue spatiale. Ce renforcement des synapses normalement inefficaces recrute des entrées subliminales telles que les entrées sensorielles à seuil bas qui peuvent alors activer le circuit de la douleur. L'interneurone inhibiteur n'est plus excité, ce qui ne permet pas une inhibition du message nociceptif. Les deux voies sensorielles parallèles qui en situation normale ne se croisent pas convergent alors, menant à l'hyperalgésie et l'allodynie.

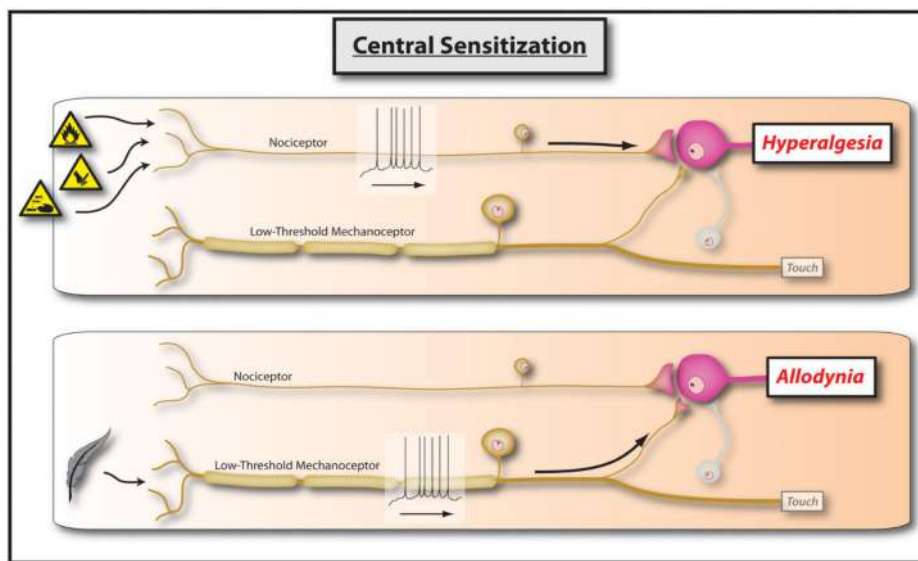


Figure 6 - Traitement des stimuli en cas de sensibilisation centrale (2)

Voies inhibitrices centrales

Au niveau central, le **cerveau** est un centre d'interprétation qui influence la perception de la douleur, par exemple en pensant à quelque chose d'autre que sa douleur. Nos comportements peuvent être salutaire ou bien entretenir notre perception de la douleur.

Le Contrôle Inhibiteur Diffus de la Nociception (CIDN) est un mécanisme nerveux qui inhibe la douleur en régulant le message nociceptif (65). Contrairement à la théorie du portillon qui a une action segmentaire, celle du CIDN est globale. Plusieurs neurotransmetteurs sont impliqués dans le contrôle exercé par le CIDN, notamment les neurones sérotoninergiques qui inhibent les neurones de la corne dorsale et ceux noradrénergiques modulant la douleur et inhibant la transmission (23).

Il arrive que ces systèmes de modulation de la douleur, de contrôle descendant ne fonctionnent plus **correctement** au niveau périphérique. On parle alors de douleurs nociplastiques ou de dysfonctionnelles.

Neurotags : entre collaboration et compétition

Des dysfonctions peuvent également avoir pour origine les voies supraspinales (au-delà de la moelle **épinrière**). Des théories expliquant le fonctionnement du cerveau sont acceptées par le monde des neurosciences malgré le manque de preuves cliniques tangibles, notamment celle de Ron Melzack qui a développé la théorie de la neuromatrice influante (Influential neuromatrix theory ou NMT en anglais) (26). La neuromatrice est un réseau de neurones étendu dans différentes régions du cerveau. Elle permet de traiter les différentes composantes de la douleur (émotionnelle, affective, cognitive et comportementale) qui empruntent de manière indépendante et en simultané différentes boucles neuronales (cortico-thalamique, cortico limbique...) (26). Chacune de ces régions traite de manière différente les entrées sensorielles avant de les mettre en commun dans une neuromatrice qui en fait la synthèse globale. C'est elle qui donne au patient la perception de la douleur. La douleur résulte donc d'un traitement de plusieurs informations entrantes et sortantes. Les sorties de la neuromatrice activent des schémas comportementaux, perceptifs (douleur) et de régulation (homéostasie) (26). Cette théorie considère que le cerveau est une masse de réseau de neurones qui génèrent des outputs moteurs et de douleurs. Melzack parle de neurosignature des douleurs, c'est-à-dire que chaque douleur a une signature particulière au niveau du cerveau, aussi nommé pattern d'activation de la douleur (26).

ANNEXE III - Algorithme complet de Nijs de la sensibilisation centrale

Nijs et al. proposent des critères de classification des types de douleurs pour ensuite déceler une sensibilisation centrale. Dans un premier temps, ils permettent d'exclure les douleurs neuropathiques ; puis dans un second temps celles nociceptives. Un algorithme permet ensuite d'identifier les douleurs nociplastiques qui pourraient avoir une origine centrale, ou encore appelée sensibilisation centrale (25). Cet outil n'est pas spécifique aux cervicalgies mais son utilisation peut orienter le praticien.

Etape 1 : Exclure le diagnostic de douleurs neuropathiques

Ces douleurs peuvent être d'origine périphérique ou bien centrale et sont la conséquence d'une lésion ou d'une maladie du système somato-sensoriel (25). Pour être qualifiée de neuropathique, la douleur doit respecter la neuroanatomie d'un nerf et ne doit pas s'étendre à d'autres segments anatomiques non couverts par le nerf (25). Mais attention, la présence de douleur neuropathique n'exclut pas la possibilité d'une SC et vice versa (25). Le tableau 9 ci-dessous tiré de l'article de Nijs et traduit en français, reprend les critères de différenciation entre douleur neuropathique et douleur non neuropathique de sensibilisation centrale (25). Une fois la douleur neuropathique exclut, on passe à l'étape 2.

Tableau 9 - Critères de différenciation entre les douleurs neuropathiques et les douleurs non neuropathiques liées à la sensibilisation centrale

Douleurs neuropathiques	Douleurs non neuropathiques de sensibilisation centrale
Histoire d'une lésion ou d'une maladie du système nerveux	Pas d'histoire de lésion ou de maladie du système nerveux
Preuves d'investigations diagnostiques qui ont révélé une anomalie du système nerveux ou un dommage post traumatique du système nerveux	Aucune preuve issue des investigations diagnostiques ou de dommage du système nerveux
Souvent liée à une cause médicale établie comme le cancer, un accident vasculaire cérébral, diabète, herpès ou maladie neurodégénérative	Pas de cause médicale de la douleur
La douleur est logique d'un point de vue neuro-anatomique	La douleur est illogique sur le plan neuroanatomique, c'est-à-dire qu'elle est localisée de façon segmentaire sans rapport avec la source principale de nociception

La douleur est souvent décrite comme une brûlure, un élancement ou une piquûre	La douleur n'est pas décrite comme une sensation de brûlure, d'élancement ou de piquûre, mais le plus souvent aussi vague et sourde
La localisation du dysfonctionnement sensoriel est neuro-anatomiquement logique	La localisation du dysfonctionnement sensoriel est illogique d'un point de vue neuro-anatomiquement, c'est-à-dire qu'il y a de nombreuses zones d'hyperalgésie sur des sites extérieurs et éloignés du segment symptomatique et sur des segments non liés

Etape 2 : Une fois la douleur neuropathique exclut, **2 options sont encore possibles** pour déterminer l'origine de la douleur chronique : douleur générée par la SC ou bien par une afférence sensorielle périphérique venant d'un nocicepteur, soulignant ainsi la présence d'une douleur nociceptive (25). Des critères d'évaluation sont proposés sous forme d'arbre décisionnel (voir Figure 1 ci-dessous).

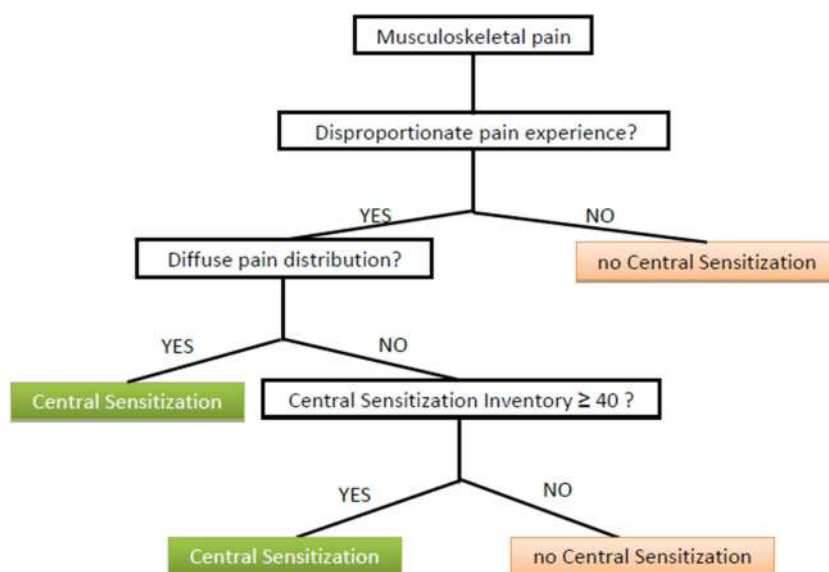


Figure 7 - Algorithme de classification de la douleur liée à la sensibilisation centrale (26)

- Concernant le critère « *Pain experience disproportionate ?* », il est obligatoire et fait référence à une hyperalgésie (douleur disproportionnée) sans cause pathologique ou traumatique (25). Cette étape nécessite l'évaluation par le clinicien de la présence :
 - 1) d'une blessure ou pathologie et de dysfonctions objectives à l'origine d'entrées nociceptives ; et

2) d'une évaluation subjective de la douleur perçue par le patient et des invalidités.

Le clinicien doit ensuite répondre à la question : « *le patient présente-t-il des preuves suffisantes de la présence d'une pathologie et/ou de dysfonctionnements qui sont à l'origine d'apports nociceptifs capable de causer les douleurs et l'invalidité du patient ?* »

La réponse « NON » induit la recherche de nouveaux « indices » pour confirmer ou infirmer la présence de sensibilisation centrale. Une douleur à ce stade ne reflète pas forcément une sensibilisation centrale.

- Le critère « Diffuse pain distribution ? » fait référence à la distribution / répartition de la douleur identifiée à partir de l'histoire clinique du patient et de sa body chart. Différents sous critères doivent être remplis : douleurs bilatérales, variation topographique de la douleur sur des régions non liées à une source de nociception présumée, avec une absence de logique neuro-anatomique de distribution de la douleur (exemple avec plusieurs dermatomes concernés), des douleurs diffuses (définies comme des douleurs localisées axiales, sur le côté gauche et droit du corps et au-dessus et sous la taille) et/ou enfin une allodynie / hyperalgésie en dehors du segment à l'origine de la nociception primaire.
- Enfin, l'inventaire de sensibilisation centrale (ISC) ou Central Sensitization Inventory (CSI) en anglais est utilisé en cas d'incertitude sur la présence de SC aux 2 étapes précédentes. Ce questionnaire a été développé pour identifier 25 symptômes clefs associés à la sensibilisation centrale et pour quantifier leur degré grâce à une échelle de Likert de 0 (jamais) à 4 (toujours) (66). Ces symptômes concernent les migraines, la fibromyalgie, le syndrome du côlon irritable, le syndrome des jambes sans repos, les troubles de l'articulation temporo mandibulaire et la sensibilisation chimique. Il n'est pas spécifique à la cervicalgie chronique. Publiée en 2017, l'étude transversale de Cuesta-Vargas et collaborateurs menée sur 1 987 individus atteints de douleurs chroniques dans plusieurs pays a souligné sa fiabilité (66). La version française de l'inventaire de sensibilisation centrale (67) se trouve en ANNEXE IV ci-après.

ANNEXE IV - Version française de l'inventaire de sensibilisation centrale - Partie A & B

<i>Veuillez indiquer pour chaque situation la proposition la plus adaptée</i>	Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Toujours
1. J'ai la sensation d'un sommeil non récupérateur quand je me réveille le matin	☐	☒	☐	☐	☐
2. Je ressens des raideurs et des douleurs musculaires	☐	☐	☐	☐	☐
3. Je fais des crises d'angoisse	☐	☐	☐	☐	☐
4. Je grince ou serre les dents	☐	☐	☐	☐	☐
5. J'ai des problèmes de diarrhée et/ou de constipation	☐	☐	☐	☐	☐
6. J'ai besoin d'aide pour effectuer mes activités quotidiennes	☐	☐	☐	☐	☐
7. Je suis sensible aux fortes lumières	☐	☐	☐	☐	☐
8. Je me fatigue très facilement lorsque je suis actif physiquement	☐	☐	☐	☐	☐
9. Je ressens des douleurs partout dans le corps	☐	☐	☐	☐	☐
10. J'ai des maux de tête	☐	☐	☐	☐	☐
11. Je ressens une gêne à la vessie et/ou des brûlures lorsque j'urine	☐	☐	☐	☐	☐
12. Je ne dors pas bien	☐	☐	☐	☐	☐
13. J'ai des difficultés de concentration	☐	☐	☐	☐	☐
14. J'ai des problèmes de peau tels que sécheresse, démangeaisons ou éruption cutanées	☐	☐	☐	☐	☐
15. Le stress aggrave mes symptômes physiques	☐	☐	☐	☐	☐
16. Je me sens triste ou déprimé	☐	☐	☐	☐	☐
17. J'ai peu d'énergie	☐	☐	☐	☐	☐
18. Je ressens des tensions musculaires dans la nuque et dans les épaules	☐	☐	☐	☐	☐
19. J'ai mal à la mâchoire	☐	☐	☐	☐	☐
20. Certaines odeurs, comme des parfums, me donnent des nausées et des étourdissements	☐	☐	☐	☐	☐
21. Je dois uriner fréquemment	☐	☐	☐	☐	☐
22. J'ai la sensation désagréable des jambes sans repos lorsque j'essaye de dormir le soir	☐	☐	☐	☐	☐
23. J'ai des difficultés à me souvenir de certaines choses	☐	☐	☐	☐	☐
24. J'ai eu des traumatismes au cours de mon enfance	☐	☐	☐	☐	☐
25. Je ressens des douleurs dans la région du bassin	☐	☐	☐	☐	☐

Figure 8 - Inventaire de sensibilisation centrale : Partie A

Un médecin vous a-t-il diagnostiqué l'un des troubles suivants?			
	OUI	NON	Année du diagnostic
<i>Pour chaque diagnostic, veuillez cocher Oui ou Non dans la colonne de droite et indiquer l'année du diagnostic</i>			
1. Syndrome des jambes sans repos	☐	☐	
2. Syndrome de fatigue chronique	☐	☐	
3. Fibromyalgie	☐	☐	
4. Trouble de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM)	☐	☐	
5. Migraines ou céphalées de tension	☐	☐	
6. Syndrome du côlon irritable	☐	☐	
7. Hypersensibilité chimique multiple	☐	☐	
8. Lésion de la nuque (y-compris le syndrome du coup du lapin, ou « whiplash syndrome »)	☐	☐	
9. Troubles anxieux ou attaques de panique	☐	☐	
10. Dépression	☐	☐	

Figure 9 - Inventaire des symptômes associés à la sensibilisation centrale : Partie B

ANNEXE V - Contenu générique des critères PICO selon le type de question (41)

Tableau 10 - Critères PICO par type de question de recherche

Type de question	Population	Intervention	Comparaison	Outcome
Thérapeutique	Pathologie Problème Symptomatologie Motif de consultation du patient	Traitement à tester	Rien Soin usuel/recommandé Alternative (autre traitement) Placebo/sham Traitement en plus ou en moins	Critère de jugement d'intérêt pour le thérapeute et/ou le patient
Étiologique	Population saine Pathologie Problème Symptomatologie Motif de consultation du patient	Exposition à un facteur de risque ou à un facteur protecteur	La non-exposition au facteur de l'intervention	Critère de jugement d'intérêt pour le thérapeute et/ou le patient
Pronostique	Population saine Pathologie Problème Symptomatologie Motif de consultation du patient	Exposition à un facteur de risque ou à un facteur protecteur	La non-exposition au facteur de l'intervention	Critère de jugement d'intérêt pour le thérapeute et/ou le patient
Diagnostic (fiabilité intra-observateur)	Population saine Pathologie Problème Symptomatologie Motif de consultation du patient	Test testé par un évaluateur (spécifier la profession et/ou le niveau de compétence)	Test testé par le même évaluateur qu'en I (spécifier la profession et/ou le niveau de compétence)	Item statistique de performance pour la fiabilité (coefficients de Kappa, intraclass, etc.)
Diagnostic (fiabilité interobservateurs)	Population saine Pathologie Problème Symptomatologie Motif de consultation du patient	Test testé par un évaluateur (spécifier la profession et/ou le niveau de compétence)	Test testé par un évaluateur différent qu'en I (spécifier la profession et/ou le niveau de compétence)	Item statistique de performance pour la fiabilité (coefficients de Kappa, intraclass, etc.)
Diagnostic (validité de critère concourante)	Population saine Pathologie Problème Symptomatologie Motif de consultation du patient	Test testé par un évaluateur (spécifier la profession et/ou le niveau de compétence)	Gold standard par un évaluateur (spécifier la profession et/ou le niveau de compétence)	Item statistique de performance pour la validité (sensibilité, spécificité, etc.)
Diagnostic (validité de critère prédictive)	Population saine Pathologie Problème Symptomatologie Motif de consultation du patient	Test testé par un évaluateur (spécifier la profession et/ou le niveau de compétence)	Non adapté	Événement à prédire
Diagnostic (validité de construit)	Population saine Pathologie Problème Symptomatologie	Test testé par un évaluateur (spécifier la profession et/ou le niveau de compétence)	Autre test testé par un évaluateur (spécifier la profession et/ou le niveau de compétence)	Item statistique de performance pour la validité (coefficients de corrélation, etc.)
Prévention	Population saine Pathologie Problème Symptomatologie Motif de consultation du patient	Intervention de prévention à tester	Rien Prévention usuelle/recommandée Alternative (autre prévention) Placebo/sham Prévention en plus ou en moins	Critère de jugement d'intérêt pour le thérapeute et/ou le patient/population
Coût	Tout autre P provenant d'un autre type de question au-dessus	Tout autre I provenant d'un autre type de question au-dessus	Tout autre C provenant d'un autre type de question au-dessus	Coût Dépense Ratio coût/efficacité

ANNEXE VI – Synthèse par article des critères d'inclusion des patients atteints de cervicalgie chronique

Tableau 11 - Critères d'inclusion des patients atteints de cervicalgie chronique par article

Critères d'inclusion - Groupe de patients cervicalgiques	Zicarelli (2021)	Wang-Price (2019)	Jørgensen (2014)	Ylinen (2007)	Sterling (2002)
Cervicalgie région cervicale					
Cervicalgie non spécifique	X			X	X
Cervicalgie suite whiplash grade I et/ ou II		X			X
Présence de point gâchette du trapèze		X			
Intensité minimum de la douleur			nm	nm	nm
VAS	4-7/10				
NPRS		≥2/10			
NDS					
Durée douleurs chroniques	> à 3 mois	> à 3 mois	> à 6 mois	> à 6 mois	> à 3 mois
Fréquentes		X		X	
Continues		X		X	
Démographie					
Âge minimum	18 ans	nm	18 ans	25 ans	18 ans
Âge maximum	40 ans	nm	nm	53 ans	nm
Impact vie sociale et professionnelle					
NDI			>10/50		
Difficultés au travail				X	

Légende : nm (non mentionné)

ANNEXE VII – Synthèse des critères d'exclusion par article

Tableau 12 - Critères d'exclusion des patients atteints de cervicalgie chronique par article

Critères d'exclusion	Zicarelli (2021)	Wang-Price (2019)	Jørgensen (2014)	Ylinen (2007)	Sterling (2002)
Traumatismes				X	
Traumatisme cervical (whiplash)					
Traumatisme cranien					
Troubles au niveau cervical, tête et MS					
Maladie limitant la mobilité cervicale					X
Instabilité				X	
Torticoli				X	
Migraine fréquente				X	
Fracture cervicale					
Troubles neurologiques périphériques	X	X		X	
Maladie dégénérative du rachis	X	X		X	
Hernie discale cervicales	X	X			
Douleurs neurologiques du MS	X	X	X	X	
Troubles de l'oreille interne					
Chirurgie au niveau cervical	X	X			
Troubles divers					
Déficit neurologique au niveau central	X	X	X		
Grossesse			X		
Cancer		X			
Fibromyalgie				X	
Maladie inflammatoire / systémique				X	
Blessure dans les 3 précédents mois	X				
Etat psychosocial					
Instabilité sociale			X		
Instabilité professionnelle			X		
Troubles psychiatriques				X	
Dépression (BDI)			Score >29		
Prise de médication/substance avt test					
Traitement (non précisé)					X
Drogue	< 8 heures				
Pas d'activité physique dans les 8 heures	< 8 heures				

Légende : BDI (Beck Depression Inventory)

ANNEXE VIII – Grille d'analyse de la grille AXIS

Tableau 13 - Grille AXIS complétée

Partie	N°	Description originale en anglais	Description en français*	Qualité analysée	Zicarelli	Wang-Price	Jørgensen	Ylinen	Sterling	Commentaires si risque de biais observé
Introduction	1	Were the aims/objectives of the study clear?	Les buts/objectifs de l'étude étaient-ils clairs ?	Reporting	oui	oui	oui	oui	oui	
	2	Was the study design appropriate for the stated aim(s)?	La conception de l'étude était-elle appropriée au(x) but(s) déclaré(s) ?	Design	oui	oui	oui	oui	oui	
Methods	3	Was the sample size justified?	La taille de l'échantillon était-elle justifiée ?	Design	oui	oui	oui	non	non	Absence de calcul statistique de la taille de l'échantillon
	4	Was the target/reference population clearly defined? (Is it clear who the research was about?)	La population cible/de référence a-t-elle été clairement définie ? (Est-il clair sur qui portait la recherche ?)	Reporting	oui	oui	oui	oui	oui	
	5	Was the sample frame taken from an appropriate population base so that it closely represented the target/reference population under investigation?	La base de sondage a-t-elle été tirée d'une base de population appropriée afin qu'elle représente étroitement la population cible/de référence faisant l'objet de l'enquête ?	Design	non	non	non	non	non	Echantillon non représentatif car réduit
	6	Was the selection process likely to select subjects/participants that were representative of the target/reference population under investigation?	Le processus de sélection était-il susceptible de sélectionner des sujets/participants représentatifs de la population cible/de référence à l'étude ?	Biais	oui	oui	Incertain	oui	Incertain	Manque de précision sur certains critères de sélection
	7	Were measures undertaken to address and categorise non-responders?	Des mesures ont-elles été prises pour traiter et catégoriser les non-répondants ?	Biais	na	na	na	na	na	
	8	Were the risk factor and outcome variables measured appropriate to the aims of the study?	Le facteur de risque et les variables de résultat mesurés étaient-ils appropriés aux objectifs de l'étude ?	Design	Incertain	Incertain	Incertain	Incertain	Incertain	Pas de précision sur la prise de médicament avant l'intervention pour 4 études et situation psychosociale des participants non détaillée dans 3 études
	9	Were the risk factor and outcome variables measured correctly using instruments/ measurements that had been trialed, piloted or published previously?	Le facteur de risque et les variables de résultat ont-ils été mesurés correctement à l'aide d'instruments/de mesures qui avaient été testés, pilotés ou publiés précédemment ?	Biais	Incertain	Incertain	Incertain	Incertain	Incertain	
	10	Is it clear what was used to determine statistical significance and/or precision estimates? (eg, p values, CIs)	Les techniques utilisées pour déterminer la signification statistique et/ou les estimations de précision étaient-elles claires ? (par exemple, valeurs p, IC)	Reporting	oui	oui	non	non	non	P value et/ou écart type non mentionné
	11	Were the methods (including statistical methods) sufficiently described to enable them to be repeated?	Les méthodes (y compris les méthodes statistiques) ont-elles été suffisamment décrites pour permettre leur répétition ?	Reporting	non	oui	oui	oui	Incertain	Position de déroulement des tests non mentionnée
	12	Were the basic data adequately described?	Les données de base ont-elles été correctement décrites ?	Reporting	non	oui	oui	oui	non	Erreur de report de valeur dans le tableau
Results	13	Does the response rate raise concerns about non-response bias?	Le taux de réponse soulève-t-il des inquiétudes quant au biais de non-réponse ?	Biais	na	na	na	na	na	
	14	If appropriate, was information about non-responders described?	Le cas échéant, des informations sur les non-répondants ont-elles été décrites ?	Biais	na	na	na	na	na	
	15	Were the results internally consistent?	Les résultats soulignent-ils une cohérence interne ?	Biais	Incertain	Incertain	Incertain	Incertain	Incertain	Absence de puissance statistique des résultats (échantillons réduits, intervalle de confiance large)
	16	Were the results for the analyses described in the methods, presented?	Les résultats des analyses décrites dans les méthodes ont-ils été présentés ?	Reporting	oui	oui	oui	oui	Incertain	Description limitée pour l'étude de Sterling
Discussion	17	Were the authors' discussions and conclusions justified by the results?	Les discussions et les conclusions des auteurs étaient-elles justifiées par les résultats ?	Design	Partiel	Partiel	Partiel	Partiel	Incertain	
	18	Were the limitations of the study discussed?	Les limites de l'étude ont-elles été discutées ?	Reporting	oui	oui	oui	oui	non	Partie discussion très réduite dans l'étude de Sterling
Other	19	Were there any funding sources or conflicts of interest that may affect the authors' interpretation of the results?	Y a-t-il eu des sources de financement ou des conflits d'intérêts susceptibles d'affecter l'interprétation des résultats par les auteurs ?	Design	non	non	non	nm	nm	
	20	Was ethical approval or consent of participants attained?	L'approbation ou le consentement éthique des participants a-t-il été obtenu ?	Design	oui	oui	oui	oui	oui	
SCORES				Design	Incertain	Incertain	Incertain	Faible	Faible	
				Reporting	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Incertain	
				RISQUE	Biais	Incertain	Incertain	Incertain	Incertain	

Réponses possibles : oui ; non ; incertain ; nm (non mentionné) ; na (non applicable) ; ne (non évaluable) : Partiel (partiellement)

* Traduction non officielle réalisée par l'auteur de cet écrit

En rouge les éléments pouvant être source de biais avec une explication en commentaire

Qualité : bonne, incertaine, faible

Risque : élevé, incertain, faible

ANNEXE IX - Description des autres tests utilisés pour vérifier leur corrélation avec les tests PPT

Tableau 14 - Description des tests utilisés dans l'étude de Jørgensen pour une analyse de corrélation avec les tests PPT

Nom du test	Description du test	Ref
SF36	Le Medical Outcome Study Short Form 36 (SF36) est un questionnaire de santé. Ce test mesure la qualité de vie. Il évalue 36 éléments classés en 8 dimensions : l'activité physique, douleur physique, santé perçue, vitalité, vie et relation avec les autres, limitations dues à l'état physique, santé psychique et l'évolution de la santé depuis un an. 2 scores peuvent être calculés : - un score physique (PCS = Physical Composite Score) et - un score mental (MCS = Mental Composite Score).	(68)
BDI	L'inventaire de dépression de Beck ou Beck depression Inventory en anglais (BDI) mesure la dépression. Il inclut 21 éléments : les symptômes dépressifs ainsi que les troubles cognitifs et somatiques associés à la dépression. Chaque item représente un symptôme de croyance évalué par quatre énoncés, classés de 0 à 3 en termes d'intensité. Le sujet marque l'intensité qui décrit le mieux son sentiment de la semaine précédente. Les 21 réponses sont additionnées pour former un score, allant de 0 à 63. Un score inférieur à 14 indique une dépression minimale ou nulle, de 14 à 19 une dépression légère, et de 20 à 28 une dépression modérée. Un score >28 souligne une dépression sévère.	(69)
NDI	Le Neck Disability Index (NDI) évalue la douleur au niveau cervical et l'incapacité liée aux activités quotidiennes. Son score varie de 0 à 50 ; les scores les plus élevés représentant une perception d'un plus grand handicap. Chaque élément présente une échelle de Likert, de l'absence d'incapacité (0) à l'incapacité totale (5). La note globale (sur 50) est calculée en additionnant les réponses à chaque élément.	(70)
NRS	L'échelle numérique simple (ENS) ou Numerical Rating Scale (NRS) en anglais est une échelle de 11 niveaux de 0 à 10. Zéro souligne l'absence de douleur et 10 une douleur maximale imaginable. Elle permet d'évaluer l'intensité de la douleur.	(71)

ANNEXE X – Grille PRISMA traduite en français

Tableau 15 - Tableau des critères de la grille PRISMA de cette revue de littérature

Section/sujet		N°	Critères de contrôle	Score
Titre		1	Identifier le rapport comme une revue systématique, une méta-analyse, ou les deux.	✓
Résumé	Résumé structuré	2	Fournir un résumé structuré incluant, si applicable : contexte ; objectifs ; sources des données ; critères d'éligibilité des études, populations, et interventions ; évaluation des études et méthodes de synthèse ; résultats ; limites ; conclusions et impacts des principaux résultats ; numéro d'enregistrement de la revue systématique.	✓
Introduction	Contexte	3	Justifier la pertinence de la revue par rapport à l'état actuel des connaissances.	✓
	Objectifs	4	Déclarer explicitement les questions traitées en se référant aux participants, interventions, comparaisons, résultats, et à la conception de l'étude (PICOSa).	✓
Méthode	Protocole et enregistrement	5	Indiquer si un protocole de revue de la littérature existe, s'il peut être consulté et où (par exemple, l'adresse web), et, le cas échéant, fournir des informations d'identification, y compris le numéro d'enregistrement.	✗
	Critères d'éligibilité	6	Spécifier les caractéristiques de l'étude (par exemple, PICOS, durée de suivi) et les caractéristiques du rapport (par exemple, années considérées, langues, statuts de publication) utilisées comme critères d'éligibilité, et justifier ce choix.	✓
	Sources d'information	7	Décrire toutes les sources d'information (par exemple : bases de données avec la période couverte, échange avec les auteurs pour identifier des études complémentaires) de recherche et la date de la dernière recherche.	✓
	Recherche	8	Présenter la stratégie complète de recherche automatisée d'au moins une base de données, y compris les limites décidées, de sorte qu'elle puisse être reproduite.	✓
	Sélection des études	9	Indiquer le processus de sélection des études (c.-à-d. : triage, éligibilité, inclusion dans la revue systématique, et, le cas échéant, inclusion dans la méta-analyse).	✓
	Extraction des données	10	Décrire la méthode d'extraction de données contenues dans les rapports (par exemple : formulaires pré-établis, librement, en double lecture) et tous les processus d'obtention et de vérification des données auprès des investigateurs.	✓
	Données	11	Lister et définir toutes les variables pour lesquelles des données ont été recherchées (par exemple : PICOS, sources de financement) et les suppositions et simplifications réalisées.	✓
	Risque de biais inhérent à chacune des études	12	Décrire les méthodes utilisées pour évaluer le risque de biais de chaque étude (en spécifiant si celui-ci se situe au niveau de l'étude ou du résultat), et comment cette information est utilisée dans la synthèse des données.	✓
	Quantification des résultats	13	Indiquer les principales métriques de quantification des résultats (par exemple : risk ratio, différence entre les moyennes).	✓

Légende :



Critère présent



Critère non applicable



Critère absent

Tableau 15 (suite) - Tableau des critères de la grille PRISMA de cette revue de littérature

Section/sujet		N°	Critères de contrôle	Score
Méthode	Synthèse des résultats	14	Décrire les méthodes de traitement des données et de combinaison des résultats des études, si effectué, y compris les tests d'hétérogénéité (par exemple : I2) pour chaque méta-analyse.	⊘
	Risque de biais transversal aux études	15	Spécifier toute quantification du risque de biais pouvant altérer le niveau de preuve global (par exemple : biais de publication, rapport sélectif au sein des études).	✗
	Analyses complémentaires	16	Décrire les méthodes des analyses complémentaires (par exemple : analyses de sensibilité ou en sous-groupes, méta-régression), si effectuées, en indiquant celles qui étaient prévues a priori.	⊘
Résultats	Sélection des études	17	Indiquer le nombre d'études triées, examinées en vue de l'éligibilité, et incluses dans la revue, avec les raisons d'exclusion à chaque étape, de préférence sous forme d'un diagramme de flux.	✓
	Caractéristiques des études sélectionnées	18	Pour chaque étude, présenter les caractéristiques pour lesquelles des données ont été extraites (par exemple : taille de l'étude, PICOS, période de suivi) et fournir les références.	✓
	Risque de biais relatif aux études	19	Présenter les éléments sur le risque de biais de chaque étude et, si possible, toute évaluation des conséquences sur les résultats (voir item 12).	✓
	Résultats de chaque étude	20	Pour tous les résultats considérés (positifs ou négatifs), présenter, pour chaque étude : (a) une brève synthèse des données pour chaque groupe d'intervention ; (b) les amplitudes d'effets estimés et leurs intervalles de confiance, idéalement avec un graphique en forêt (forest plot).	✓
	Synthèse des résultats	21	Présenter les principaux résultats de chaque méta-analyse réalisée, incluant les intervalles de confiance et les tests d'hétérogénéité.	✓
	Risque de biais transversal aux études	22	Présenter les résultats de l'évaluation du risque de biais transversal aux études (voir item 15).	✓
	Analyse complémentaire	23	Le cas échéant, donner les résultats des analyses complémentaires (par exemple : analyses de sensibilité ou en sous-groupes, méta-régression [voir item 16]).	⊘
Discussion	Synthèse des niveaux de preuve	24	Résumer les principaux résultats, ainsi que leur niveau de preuve pour chacun des principaux critères de résultat ; examiner leur pertinence selon les publics concernés (par exemple : établissements ou professionnels de santé, usagers et décideurs).	✓
	Limites	25	Discuter des limites au niveau des études et de leurs résultats (par exemple : risque de biais), ainsi qu'au niveau de la revue (par exemple : récupération incomplète de travaux identifiés, biais de notification).	✓
	Conclusions	26	Fournir une interprétation générale des résultats dans le contexte des autres connaissances établies, et les impacts pour de futures études.	✓
Financement	Financement	27	Indiquer les sources de financement de la revue systématique et toute autre forme d'aide (par exemple : fourniture de données) ; rôle des financeurs pour la revue systématique.	⊘

Légende :

- ✓ Critère présent
- ⊘ Critère non applicable
- ✗ Critère absent