



**HAL**  
open science

# Quel est le rapport bénéfice/risque de la thérapie miroir chez les patients amputés ?

Nadège Braud

► **To cite this version:**

Nadège Braud. Quel est le rapport bénéfice/risque de la thérapie miroir chez les patients amputés ?. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-03079465

**HAL Id: dumas-03079465**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03079465v1>**

Submitted on 17 Dec 2020

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

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

**Quel est le rapport bénéfique/risque de la  
thérapie miroir chez les patients amputés ?**

**BRAUD Nadège**

**Directeur de mémoire : Mme. MAJOUREL Magali**

## **Page de remerciements :**

Je tiens à remercier tout d'abord ma directrice de mémoire, Mme MAJUREL Magali, qui a toujours été disponible pour répondre à mes questions et me guider quand j'en avais besoin tout au long de la rédaction de ce mémoire.

Je remercie également nos autres professeurs de l'IFMK qui se sont impliqués dans l'apprentissage de la rédaction d'une revue de littérature,

mais aussi les autres étudiants de Marseille et d'autres écoles qui ont partagé avec moi leurs conseils et leurs astuces,

ainsi que les différents lieux de stage où je suis allée cette année et qui m'ont tant appris sur la rééducation des patients amputés : le centre de rééducation de la Tour de Gassies à Bruges et l'hôpital Léon Berard à Hyères. Je remercie les équipes soignantes de ces lieux qui m'ont pris en charge ainsi que les patients qui m'ont permis de prendre en charge leurs séances de rééducation,

un merci aussi aux auteurs d'études qui ont bien voulu répondre à mes mails et me fournir leurs productions ainsi que les données non incluses dans leurs publications d'origine,

et pour finir, je tiens à remercier ma famille qui m'a soutenue et aidée dans la relecture de mon travail.

## Table des matières

1	Introduction .....	1
1.1	Définition de l'amputation :.....	1
1.2	Epidémiologie :.....	1
1.3	Causes de l'amputation .....	2
1.4	La CHIRURGIE .....	3
1.5	Le deuil du membre amputé.....	3
1.6	Le membre fantôme .....	4
1.7	Les douleurs de l'amputation : .....	4
1.8	Les causes de la douleur fantôme : .....	5
1.9	La thérapie miroir :.....	7
1.10	Hypothèse théorique :.....	10
1.11	Comment mesurer : .....	10
1.12	Intérêt de cette revue pour la profession : .....	11
1.13	Objectif(s) de la revue de littérature (modèle PICO) .....	11
2	Méthode .....	12
2.1	Traitement étudié et comparateur .....	12
2.2	Les critères de jugement .....	12
2.3	Méthode de la recherche documentaire .....	12
2.4	Sélection des études :.....	13
2.5	Extraction des données .....	14
3	Résultats .....	16
3.1	Recherche documentaire :.....	16
3.2	Sélection des études :.....	17
3.3	Présentation des études incluses dans l'analyse des résultats .....	19
3.4	Risques de biais des études incluses .....	21
3.5	Effets de l'intervention sur le(s) critère(s) de jugement(s) .....	22
4	Discussion .....	26
4.1	Analyse des principaux résultats.....	26
4.2	Applicabilité des résultats en pratique clinique.....	29
4.3	Qualité des preuves.....	30
4.4	Analyse des biais rencontrés .....	31
4.5	Les thérapies complémentaires.....	34
5	Conclusion.....	35
5.1	Implication pour la pratique clinique .....	35
5.2	Implication pour la recherche .....	35
6	Bibliographie .....	37
7	Annexes.....	40

# **1 Introduction**

## **1.1 Définition de l'amputation :**

Une amputation[1] est une opération chirurgicale qui consiste à enlever la totalité ou une partie d'un membre. L'indication médicale est posée lorsque la région touchée ne peut pas être conservée.

## **1.2 Epidémiologie :**

On trouve peu de statistiques sur le nombre de personnes amputées en France.

Selon l'ADEPA<sup>1</sup> [2], il y aurait entre **100 000 et 150 000 amputés en France**, rejoints par **8 300 à 9000 nouveaux cas** chaque année.

Toujours selon l'ADEPA, en 1990, l'incidence des amputés majeurs du membre inférieur était estimée à environ 8300 nouveaux cas / an. En terme de prévalence, on arrivait à 90 000 cas de patients amputés du membre inférieur. Cette incidence n'a pas subi de variation depuis. Selon les données du PMSI, on a pu comptabiliser 8203 cas en 2001 et 7825 en 2005.

Le nombre d'amputations de membres supérieurs représenterait environ 10 % à 15 % des amputations de membres inférieurs. Soit environ 1000 nouveaux cas par an, pour environ 12000 amputés du membre supérieur en tout.

### 1.2.1 Amputations du membre supérieur : 14%, 8000 à 10000 personnes en France.

Elles touchent surtout les jeunes hommes encore en activité.

70% des amputés du membre supérieur le sont au niveau de l'avant-bras, 28% au bras et 1% ont subi une désarticulation d'épaule.

Dans 74% des cas, le membre atteint est le membre dominant, ce qui entraîne de lourdes conséquences socioprofessionnelles (changement de travail ou réadaptation du poste)

Ce sont surtout des amputations **traumatiques** (83%).

### 1.2.2 Amputation du membre inférieur : 86% des amputations.

Contrairement aux amputations du membre supérieur, celles du membre inférieur touchent surtout les populations âgées (à partir de 65ans).

Elles sont souvent causées par des désordres **vasculaires** (55% des amputations des MI). En effet, plus les sujets avancent en âge, plus ils sont susceptibles de développer des comorbidités telles que l'hypertension artérielle ou les dyslipidémies.

On retrouve particulièrement les cas de sujets diabétiques qui ont un risque d'amputation multiplié par 15 par rapport aux non-diabétiques.

Dans 44% des cas, l'amputation est située au pied. Dans 27% des cas à la jambe et dans 18% des cas elle remonte jusqu'à la cuisse. Dans 1% des cas, elle est localisée au niveau du bassin.

---

<sup>1</sup> association d'aide et d'étude des personnes amputés

### 1.2.3 Amputations bilatérales : dans 10% des cas.

Ce sont les amputations touchant les 2 membres en même temps. La thérapie miroir n'étant pas utilisable dans ces cas-là, ces types d'amputation ne seront pas abordés ici.

## 1.3 Causes de l'amputation

Toujours selon l'ADEPA[2], on observe trois causes principales à l'amputation :

- les amputations dues à une pathologie,
- celles causées par un traumatisme,
- et les amputations congénitales.

### 1.3.1 Les causes pathologiques

**80%** des amputations sont causées par des maladies. Cela concerne plus particulièrement les personnes de plus de 65 ans, qui représentent 65% de ces cas.

Cela concerne surtout les pathologies d'ordre vasculaire (les artérites, les gangrènes et les ischémies). Ces pathologies représentent la cause la plus fréquente d'amputation tous âges confondus.

L'amputation touche aussi très fréquemment les personnes **diabétiques**, avec des comorbidités telles que l'artériosclérose. Le risque d'amputation chez un diabétique est 15 fois plus élevé. Dans ce cas-là, nous retrouvons les patients diabétiques chez lesquels l'évolution est lente et sans signes douloureux. Ils vont développer une gangrène ischémique (interruption de l'irrigation sanguine). Ce seront surtout les branches distales des artères des membres inférieurs qui seront atteintes chez ces patients.

Dans une moindre mesure, on classe aussi les **cancers** dans cette catégorie. Ce sont des proliférations anarchiques de cellules qui s'étendent rapidement et ont tendance à se généraliser. On y retrouve les sarcomes et les ostéosarcomes.

D'autres causes plus rares d'amputations peuvent être observées. On citera par exemple les raisons infectieuses (la lèpre, le purpura fulminans).

### 1.3.2 Les causes traumatiques

Les accidents représentent environ **20%** des amputations.

Ce sont essentiellement des **accidents de la voie publique**, des accidents domestiques, ou encore de travail, des gelures, des brûlures et des électrocutions.

Concernant les accidents de la voie publique, ils touchent surtout des personnes jeunes, en moto le plus souvent.

On peut aussi citer les amputations causées par les guerres ou leurs conséquences. En effet, on voit encore aujourd'hui des personnes dont la perte du membre a été causée par une mine antipersonnel.

### 1.3.3 Les amputations congénitales

Il s'agit de la malformation ou l'absence congénitale d'un membre à la naissance. Si le membre est absent, on considère le patient comme amputé.

On parle aussi d'agénésie. La fréquence des agénésies de membre est d'environ 10 à 15 cas pour 100 000 naissances.

## 1.4 La CHIRURGIE

En 1940, le score de **MESS**<sup>2</sup>[3] est mis au point par Johansen pour déterminer l'intérêt ou non de pratiquer une amputation lors du traumatisme important d'un membre. Ce score consiste en 4 critères qui vont influencer les capacités éventuelles de récupération. Ce score est fonction de : l'âge du sujet, son état cardiovasculaire, la durée de l'ischémie (+/- de 6h) et l'état physique du membre.

Au-delà de 7/11, l'amputation serait conseillée. Mais la validité actuelle de ce score est aujourd'hui à débattre selon Loja et al. car de nombreuses avancées ont été faites dans la prise en charge des lésions traumatiques. [4]

Elle est réalisée quand il n'y a plus d'autre alternative. C'est un traitement d'**ultime recours** quand le membre ne peut pas être récupéré.

Le niveau d'amputation est déterminé en fonction de l'**état de délabrement** du membre et de ses **possibilités de cicatrisation** [5] : jusqu'où remonte la lésion et quelles **possibilités d'appareillage** en découlent ? Plus on va amputer au-delà de la lésion, meilleure sera la guérison. Mais plus ce niveau est haut, moins l'appareillage sera fonctionnel.

Dans un premier temps, l'os est sectionné. Pour les amputations tibiale, cette section se fait selon un angle de Farabeuf qui va éviter les éventuels conflits entre l'os et la prothèse.

Puis on recouvre l'extrémité de l'os avec les muscles qui l'entourent. C'est l'ostéomyoplastie. Cela va créer un « coussin » autour de l'os sectionné. C'est ce qui forme le moignon.[6]

A l'issue de l'opération, il peut y avoir deux types de moignon : ouvert ou fermé. Ce qui entraîne une prise en charge adaptée jusqu'à la cicatrisation.

Il s'agit d'une opération chirurgicale lourde de conséquences pour le patient et elle nécessite un accompagnement pluridisciplinaire. Notamment un accompagnement psychologique pour le deuil du membre.

## 1.5 Le deuil du membre amputé.

Après l'opération chirurgicale, le patient va devoir réorganiser sa vie. Il s'agit d'un grand changement : on a une altération de l'image corporelle. Il va falloir du temps au patient pour l'accepter : c'est la **phase de deuil**.

Pour ce faire, le patient va devoir passer par différentes étapes [7]: tout d'abord le déni, puis la colère, le marchandage, la dépression et, enfin, l'acceptation de son « nouveau » corps tel qu'il est et des différentes possibilités, grâce notamment aux prothèses.

---

<sup>2</sup> Mangled Extremity Severity Score

Cette phase de deuil va parfois être rendue difficile par la présence de sensations résiduelles du membre amputé, ce sont les sensations de membre fantôme.

## 1.6 Le membre fantôme

Il s'agit de **sensations** au niveau de la partie amputée du membre. Ce sont uniquement des sensations non douloureuses. Le patient va à nouveau ressentir son membre comme s'il était présent à nouveau. Ce phénomène, aussi appelé **hallucinose**, est présent chez environ 80% des patients amputés. Ce qui en fait un phénomène très fréquent dans cette population. [8] Les sensations ressenties alors sont très variées. On peut avoir des impressions de fourmillements, de picotements, de chaleur ou de froid, voire même des impressions de port de vêtements ou de bijoux.

Ce sont souvent des sensations dont on a fait l'expérience dans sa vie d'avant l'amputation et qui réapparaissent malgré la perte du membre. Certains patients auraient d'ailleurs la possibilité de faire « bouger » leur membre fantôme. Parfois, un phénomène de télescopage apparaît, donnant l'impression que le membre fantôme se raccourcit.

Le membre fantôme aurait été décrit pour la première fois par Ambroise Paré au XVIème siècle. Le mot « membre fantôme » aurait été employé pour la première fois par un chirurgien militaire américain du nom de Silas Weir Mitchell dans un de ses essais publiés dans le lippincott magazine. [9]

## 1.7 Les douleurs de l'amputation :

Ce sont les douleurs du moignon, causées par l'amputation et tout ce qui s'y rapporte. De la perte du membre à l'accident éventuel qui l'a entraînée, en passant par l'opération chirurgicale. Ces douleurs sont de différents types.

### 1.7.1 On va avoir les douleurs **nociceptives**.

Ce sont des douleurs dont la cause est **mécanique** ou **inflammatoire**. Elles sont causées par les lésions et disparaissent généralement en même temps qu'elles. Pour les amputations traumatiques, elles sont causées par les blessures de l'accident, ainsi que par l'opération chirurgicale. Ce sont des douleurs post opératoires directes.

On peut aussi voir apparaître des douleurs plus tardives causées par la prothèse par exemple. Cela arrive quand une emboiture est mal adaptée et présente des points d'appui anormaux ou des zones de frottement.

### 1.7.2 Et parfois, on a des douleurs d'origine **neuropathique** :

Il s'agit de douleurs causées par une atteinte des **nerfs** eux même, entraînant un dérèglement dans la circulation des informations douloureuses.

- Elle peut être due à un **névrome d'amputation** : le nerf sectionné va se régénérer de façon anarchique dans le moignon et envoyer des informations douloureuses quand il est stimulé. Cela cause des moignons très sensibles et des difficultés d'appareillage.
- On va aussi avoir parfois des « **douleurs du membre fantôme** » ou « **alghallucinose** ».



Cette algohallucinoze est définie comme une douleur qui siège dans la partie amputée. Elle est à différencier des « sensations de membre fantôme » car elle est exclusivement douloureuse. Elle est retrouvée chez environ 60% des patients amputés. [8]

Le test **DN4** permet de définir si la douleur est d'origine neuropathique. Elle peut être évaluée en intensité par l'**EVA**. On utilise également le **McGill Pain Questionnaire (MPQ)** et ses traductions comme le **questionnaire de st Antoine** pour coter ses différents aspects.

Les douleurs fantômes peuvent apparaître sous des formes très variées [7]. On peut avoir des crampes, des piqûres, des broiements, brûlures, coups de poignard, décharges électriques, constrictions etc. Dans certains cas, les patients ont parfois l'impression que la crampe les maintient dans la dernière position où ils ont senti leur membre. Après un accident par exemple, ils sentent leur membre tordu.[10]

Le plus souvent, les douleurs ont lieu dans les parties distales des membres amputés. Elles peuvent également **varier** en intensité, en durée et en fréquence. Ces différences peuvent survenir aussi bien entre différents individus que chez une même personne.

Elles peuvent être particulièrement handicapantes dans la vie quotidienne des patients, semblables à une épée de Damoclès avec laquelle certains doivent vivre en permanence.

La douleur fantôme survient souvent rapidement dès l'amputation. Mais parfois, elle apparaît plus tardivement dans les mois ou années qui suivent, voir jamais chez certains patients.

De la même façon, elle peut disparaître en quelques semaines ou mois. Diminuer en terme d'intensité, fréquence ou durée, voire rester identique toute la vie.

Chez certains, la douleur va se chroniciser et parfois résister aux différents traitements proposés.

Les conséquences de la douleur chronique et des incapacités qu'elle entraîne chez les patients impactent fortement la qualité de vie, pouvant les empêcher de travailler ou de mener une vie sociale épanouie.

Souvent, le **traitement** de ces douleurs est d'abord **médicamenteux**, mais sur le long terme, les effets secondaires et le coût induit par ces traitements poussent à se tourner vers des alternatives. Des thérapies non pharmacologiques sont de plus en plus recommandées comme adjuvant au traitement de la douleur. On citera par exemple la **thérapie miroir** qui est le sujet de cette revue, mais également l'utilisation de techniques de **neuromodulation** [11] non invasives comme la **stimulation magnétique transcrânienne répétitive** [12,13] et le **TENS** [14]. On recourt aussi parfois à l'**hypnose** [15] ou à l'**acupuncture** [16].

## **1.8 Les causes de la douleur fantôme :**

Les hypothèses sur l'origine de la douleur du membre fantôme sont nombreuses, et les mécanismes impliqués ne sont pas tous connus. On distingue des mécanismes **neurologiques** (périphériques, centraux et corticaux), mais aussi des mécanismes dont l'origine est plus **psychologique**. [9][17]

### 1.8.1 Mécanisme psychogène

Les patients présentant des troubles **dépressifs, stressés ou anxieux** seraient supposément plus susceptibles de développer des douleurs fantômes, et que ces dernières seraient plus importantes. [18]

De plus, le **schéma corporel** est un des facteurs concomitant important au développement de l'individu. Sa perturbation par l'amputation va donc avoir un impact fort sur la vision que le sujet va avoir de lui-même. Suite à l'amputation le cerveau tenterait de restaurer l'image corporelle intacte par l'intermédiaire des douleurs fantômes.

### 1.8.2 Mécanisme périphérique :

Des théories sur son origine périphérique supposent qu'une douleur au niveau du membre concerné **avant** l'amputation augmenterait les risques de voir survenir une algohallucinoïse [19]. Elle serait également plus présente chez les patients présentant des douleurs du moignon importantes, en particulier s'ils ont développé un **névrome**. En effet, lors de l'amputation, le nerf est lésé, et lors d'un névrome, il développe une hyperexcitabilité et va pouvoir émettre des impulsions spontanées que le cerveau va interpréter sous forme de douleur fantôme.

Une théorie suppose aussi une incidence de la **nature des surfaces** qui entourent le nerf et qui augmenterait sa sensibilité et entraînerait des douleurs fantômes. Elles seraient donc augmentées au contact d'un muscle. [9]

Certaines théories parlent également d'un mécanisme proprioceptif. Les douleurs fantômes seraient dues à la « **mémoire proprioceptive** » [20]. En effet, selon cette théorie, les perceptions du membre concerné perdureraient même après l'amputation, sous la forme de la douleur fantôme, entraînant des sensations de membre amputé « bloqué » dans les positions antérieures.

On aurait donc une mémoire de la douleur. Et cette dernière resurgirait sous forme d'algohallucinoïse. En effet, les douleurs chroniques antérieures sont un facteur de risque de l'algohallucinoïse. Le cerveau pourrait alors conserver la dernière information proprioceptive reçue avant l'amputation et la faire réapparaître sous forme d'algohallucinoïse.

### 1.8.3 Mécanisme central :

Selon des théories impliquant le SNC, la perte du membre et donc de ses afférences périphériques entraînerait une **irritation** puis un phénomène **d'hyperexcitabilité** et une **baisse de l'inhibition**. On observerait donc un afflux de décharges douloureuses vers la corne dorsale de la moelle épinière. [10,21]

D'autres théories parlent d'une **modification du type de fibre** présente à ce niveau. Ce changement serait perçu comme un influx douloureux par les centres nerveux.

On aurait également des **remodelages** au niveau de l'anatomie de la moelle épinière, qui causerait une hyperexcitabilité et des douleurs.

#### 1.8.4 Mécanisme supra-spinal ou cortical :

On a également des théories supra-spinales. Melzack parle de « **théorie de la neuromatrice** » [10]. Il s'agit d'un réseau, formé par les différentes aires corticales, responsable de l'image corporelle. Suite à l'amputation, ce réseau se trouve **désafférenté** et **désinhibé**. Ainsi, les nerfs abimés déchargent des sensations erronées car ils se retrouvent privés des afférences normales que leur transmettait le membre avant l'amputation.

Harris [9] parle d'une **zone du cerveau stimulée** quand une action voulue n'est pas possible. Cette zone serait sursollicitée suite à l'amputation et en cause dans l'algohallucinoïse.

La douleur fantôme serait causée par les phénomènes de **réorganisation du cortex sensitif**. Les aires corticales adjacentes à celle du membre amputé seraient à l'origine de la douleur fantôme en s'étalant sur l'aire corticale devenu inutile par absence d'afférence provenant du membre. Ces aires adjacentes sont visualisées sur l'homonculus de Penfield. Lors de la stimulation de ces aires, par exemple la face dans des amputations de membre supérieur, on va voir apparaître les douleurs fantômes.

Il semblerait aussi selon une étude de Flor et al [10] que plus cette réorganisation du cortex serait importante, plus les douleurs fantômes seraient fréquentes et intenses.

La représentation du membre perdu resterait par ailleurs intégrée aux neurones thalamiques longtemps après l'amputation, et leur stimulation ferait réapparaître l'algohallucinoïse.

Il est probable que ces différents mécanismes soient **imbriqués** les uns avec les autres et qu'ils **interagissent** ensemble dans ce phénomène qu'est l'algohallucinoïse.

### 1.9 La thérapie miroir :

#### 1.9.1 Définition :

il s'agit d'une technique de rééducation développée en 1995 par le Dr **Vilayanur Ramachandran**, un neuroscientifique connu pour ses travaux en neurologie comportementale et en psychophysique visuelle.[22]

Elle est notamment utilisée dans le cadre des douleurs du membre fantôme chez les patients amputés.

#### 1.9.2 Principes d'utilisation :

En pratique, on va placer le sujet dans une pièce **isolée** et **calme**. Le patient doit être assis, avec un miroir placé dans le plan sagittal, entre ses membres sains et amputé [23]. Le miroir doit entièrement cacher le membre amputé pendant la séance, il faut donc un miroir suffisamment grand, notamment pour les amputations de membre inférieur.

D'après l'étude de Wittkopf et al.2017[24], le patient va devoir se concentrer uniquement sur le reflet du membre sain projeté par le miroir, comme si ce reflet était le membre amputé. Il faut, bien sûr, que le membre ainsi reflété ne souffre d'aucune pathologie ou déformation. On a ainsi l'impression que le schéma corporel a été restauré.

Dans un premier temps, on demande juste au patient **d'observer** le membre immobile pour lui laisser un temps d'adaptation face à ce nouveau reflet.

Une fois cette phase terminée, on va demander au patient de faire des **séries de mouvement** avec le membre sain, en restant toujours **concentré sur le reflet** projeté dans le miroir.

Le miroir doit avoir un reflet net et lisse, sans interruption là où le membre est reflété pour éviter d'avoir un reflet flou ou déformé. Il est également préférable d'ôter les bijoux éventuels.

Les traitements par la thérapie miroir ont des protocoles assez variés, certains auteurs préconisent des séances courtes d'environ 5 minutes, à reproduire plusieurs fois dans la journée (5 ou 6 fois), notamment quand les douleurs fantômes apparaissent. D'autres encore vont faire des séances d'une durée de vingt minutes à une demi-heure, une fois par jour. Les durées de traitement sont généralement de 4 à 6 semaines.

Elle est pratiquée en centre ou à domicile, les miroirs étant peu coûteux, il s'agit d'une thérapie facilement accessible. Cette thérapie n'est pourtant pas applicable à tous. En effet, elle peut présenter de nombreux effets secondaires chez certains patients. Pour cette raison, sa mise en place nécessite une réunion entre les différents professionnels impliqués dans le parcours de soin du patient et le patient lui-même. Entre autres, on a le médecin, le psychologue, et le kinésithérapeute et on explique au patient en quoi cette pratique consiste et s'il est pertinent de la tester chez lui, et si lui-même y est consentant.

### 1.9.3 Hypothèse du mode de fonctionnement :

Il s'agit de faire croire au cerveau que le reflet observé du membre controlatéral est le membre réel. Le patient voit donc un tout **nouveau membre, sain**, à la place du membre amputé. Cela va entraîner des **afférences visuelles contradictoire** avec les sensations douloureuses du membre fantôme.

On va donc créer l'illusion que le patient a deux membres parfaitement sains. Le feedback visuel ainsi créé va informer le cerveau qu'il n'est pas nécessaire de continuer à produire de la douleur car la vision du reflet dans le miroir correspond à l'image antérieure et non douloureuse du corps.

*Selon Priscilla G. Wittkopf et Mark I. Johnson[24], c'est le phénomène de «miroir-visualisation qui se produit pendant la thérapie miroir pour les amputés. La thérapie miroir est une intervention utilisée pour soulager la douleur du membre fantôme. Le miroir de la boîte fait apparaître comme si, par exemple, la main affectée est contractée et/ou relâchée. Cela peut soulager la douleur fantôme. [...] Il a été suggéré que certaines conditions douloureuses peuvent être médiées, en partie, par l'incongruité de l'information sensorielle et motrice. La thérapie miroir fournit un feedback sensoriel correctif pour rétablir la congruence entre la sortie motrice et l'entrée sensorielle.»*

La thérapie miroir va aider à **corriger l'image corporelle** perçue de façon déformée suite à l'amputation. On va observer dans le miroir la version corrigée du membre amputé douloureux [25].

On a à nouveau un membre sain et donc la perception douloureuse va elle aussi être modifiée pour revenir à l'état antérieur non douloureux. Elle crée l'illusion que le patient a ses deux membres intacts, il n'y a donc plus de rapport conflictuel entre l'image actuelle pathologique et l'image saine antérieure.

#### 1.9.4 Réaction du cortex cérébral lors d'une séance de thérapie miroir

Il semblerait que le cortex moteur primaire ne fasse pas la différence entre le mouvement d'un membre réel et celui d'un reflet dans un miroir. C'est ce phénomène qui est utilisé lors d'une séance de thérapie miroir. En faisant bouger le reflet du membre sain, on **activerait** également la zone du cortex responsable de la **commande motrice du membre amputé**. Cela permet donc d'aller à l'encontre des mécanismes corticaux d'hyperexcitabilité dû à la désafférentation de la zone du membre amputé. On diminuerait ainsi les influx douloureux responsable du membre fantôme.

De plus, lors de la séance de thérapie miroir, certaines zones du cerveau vont s'activer préférentiellement à d'autres. Selon l'étude de M. Diers et al., les sujets amputés avec des douleurs fantômes présenteraient également une **diminution de la représentation corticale** du membre amputé.[26] En effet, nous avons vu plus tôt que ces phénomènes de réorganisation du cortex cérébral faisant suite à la perte du membre pouvaient causer des douleurs fantômes. Or, dans cette expérience, l'utilisation de la thérapie miroir entraînerait la **réactivation** de cette zone corticale du membre amputé. L'image reflétée est considérée comme le véritable membre et entraîne un retour du cortex vers son état antérieur, diminuant ainsi les phénomènes de douleur fantôme. Ces effets sont également observés dans l'étude de Velez et al.2016 [27] et dans celle de Foell et al [28] .

#### 1.9.5 Indication de la thérapie miroir

Cette thérapeutique est utilisée dans de nombreux cas, tels que les **douleurs de membre fantôme chez les patients amputés** dont il est question ici. Mais elle est également pratiquée dans des pathologies variées [29]. On l'utilise par exemple pour diminuer la douleur dans les cas de **syndrome douloureux régional complexe**. Elle est aussi utilisée pour améliorer les capacités motrices des patients suite à des **atteintes neurologiques** dégénératives tel que **Parkinson**, ou encore dans la récupération motrice post **AVC**. Selon les cas, elle va être utilisée seule, ou en complément d'autres traitements médicamenteux ou non.

De plus, de nombreux patients amputés présentant des douleurs de membre fantôme vont débiter cette thérapie sans intervention du personnel soignant ni aucun suivi. Elle est souvent présentée au patient par le bouche à oreille et par d'autres patients amputés eux aussi. En effet, il s'agit d'une thérapie facile d'utilisation et accessible au grand public.

De nombreux articles scientifiques traitent de ce sujet mais le mode d'action et l'efficacité sont encore incertains. C'est une thérapeutique très **controversée**, surtout du point de vue des effets secondaires entraînés.

### 1.9.6 Effet secondaires :

Parmi les effets secondaires attendus de la thérapie miroir[30,31], on peut observer le plus souvent des **dépressions**, une **augmentation de la douleur**, des **réactions émotionnelles** inadéquates (crise de fou rire, pleurs), de la **nausée**, des **sueurs**, une **confusion**.

En cas d'effets secondaires graves pendant la séance (tel que la dépression), celle-ci doit être interrompue.

Certaines études considèrent également que la thérapie miroir chez un patient amputé pourrait causer la survenue de sensation et douleur de membre fantôme, ou augmenter leur perception par le sujet [32].

### 1.10 Hypothèse théorique :

D'après moi, le **rapport bénéfice/risque** de la thérapie miroir pourrait varier selon les patients traités.

Mon hypothèse est que le fait de pratiquer la thérapie miroir chez les patients ayant subi une amputation des MS pourrait leur permettre de diminuer leur douleur et d'améliorer leurs capacités motrices mais que cette thérapie risquerait également d'entraîner des séquelles psychologiques et des effets secondaires chez certains patients.

### 1.11 Comment mesurer :

Le **critère de jugement principal** de cette revue de littérature :

- les **douleurs** : il s'agit de douleurs neuropathiques.  
Evaluation en terme **d'intensité** avec des échelles d'auto évaluation (Echelle Visuelle Analogique, Echelle Numérique NRS, Echelle Verbale Simple).  
C'est le principal critère car c'est l'indication première de la thérapie miroir.

Puis les critères de jugement secondaires :

- les différents **aspects de la douleur** avec le McGill Pain Questionnaire (MPQ) (équivalents du questionnaire de st Antoine en France)
- la **motricité** pour les prothèses électroniques : durée (en mS) pour effectuer les mouvements et transferts avec la prothèse.
- évaluation de la **qualité de vie** (anxiété et dépression) : l'EuroQol (eq-5d-5l).
- survenue et nombre d'**effets secondaires** observés dans les différentes études

## 1.12 Intérêt de cette revue pour la profession :

Jusqu' alors, de nombreux articles et revues de littérature ont été réalisés sur la prise en charge des patients amputés à l'aide de la thérapie miroir. Cependant, rares sont les articles qui traitent des effets secondaires de cette thérapie.

De plus, les articles dont le but est de vérifier l'efficacité de la thérapie miroir font très peu allusion aux problèmes rencontrés chez certains patients, voire les négligent.

J'espère donc par l'intermédiaire de cette revue, définir le réel impact thérapeutique que cette technique peut apporter au monde de la kinésithérapie, tant en terme de bénéfices, qu'en terme de risques.

## 1.13 Objectif(s) de la revue de littérature (modèle PICO)

### 1.13.1 Objectif

L'objectif de cette revue est de savoir dans quelle mesure, la thérapie miroir va permettre d'aider les patients ayant subi une amputation de membre, ainsi que les façons les plus adaptées de la mener. Et de permettre de voir dans quelle proportion ont lieu les effets secondaires qui en découlent.

Cela permettra d'établir un rapport entre les bénéfices attendus et les complications qui peuvent en résulter.

### 1.13.2 modèle PICO

**Patient : Amputés unilatéraux d'un membre**

**Intervention : thérapie miroir**

**Comparateur : placebo ou autre intervention**

**Outcome (résultats) :**

- La **diminution de la douleur en terme d'intensité**. C'est le critère de jugement principal.
- L'amélioration de la fonction motrice du membre supérieur prothétique
- Le changement dans la QDV
- Les effets délétères (psychologique : dépression, anxiété...)

## 2 Méthode

### 2.1 Traitement étudié et comparateur

Il s'agit d'une revue de littérature portant sur la rééducation des patients amputés. Son but est de vérifier l'effet de la thérapie miroir chez ces patients. Les essais de thérapie miroir pourront être fait isolément ou en association avec d'autres traitements.

Les comparateurs acceptés devront permettre :

Soit d'isoler l'effet de la thérapie miroir. Ce seront :

- La thérapie miroir comparée à des traitements placebo ne devant avoir aucun effet ;
- La thérapie miroir associée à un traitement complémentaire , comparé au traitement complémentaire isolé ;

Soit de comparer son effet vis-à-vis d'autres traitements utilisés pour des prises en charge similaires : la thérapie miroir comparée à un autre type de traitement alternatif

### 2.2 Les critères de jugement

Les critères de jugement seront au nombre de 4. Mon but est d'observer les effets que va entraîner la thérapie miroir au niveau :

- De la **douleur** (critère de jugement principal car il s'agit de l'utilisation la plus fréquente de la thérapie miroir) : échelle d'autoévaluation (EVA, NRS)
- De la **récupération fonctionnelle** (schéma moteur) une fois appareillé
- De la **modification de la QDV** (5Q-5D-5L)
- Des éventuelles **effets délétères** qu'elle va entraîner chez certains patients : état émotionnel dépressif.

### 2.3 Méthode de la recherche documentaire

Les critères d'éligibilité des études pour cette revue sont :

- des sujets présentant des **amputations** unilatérales sans pathologies annexes ni problèmes cognitifs qui pourraient rendre difficile le suivi des effets de la thérapie miroir
- un traitement des patients à l'aide de la **thérapie miroir**.

Cette revue de littérature porte sur une question d'ordre thérapeutique. A savoir : **l'effet du traitement par la thérapie miroir sur la population des patients amputés.**

Pour répondre à ma question, j'ai procédé à une recherche sur les différentes bases de données électroniques suivantes : PEDro, Pubmed, Cochrane, réedoc, researchgate.

Pour ma recherche j'ai utilisé l'équation de recherche suivante :

« **amputation** » AND « **mirror therapy** »

J'ai choisi une équation peu précise pour obtenir le plus d'articles possibles traitant du sujet, et être le plus exhaustif possible.

Une fois les études sélectionnées, à partir de leur bibliographie, je procèderai à une recherche complémentaire pour obtenir des études supplémentaires traitant de mon sujet.



## 2.4 Sélection des études :

### 2.4.1 Critères d'inclusion :

- toutes les études accessibles qui ont comporté dans leur titre au moins un des mots clés utilisés pour cette recherche ainsi que leurs synonymes et les mots issus de la même famille
- des patients amputés du membre supérieur et/ou du membre inférieur,
- études expérimentales avec un bon niveau de preuve : essais cliniques randomisés,
- utilisation de la thérapie miroir,
- une comparaison avec au moins un groupe placebo ou « témoin ».

### 2.4.2 Critères d'exclusion :

- Seuls les articles en anglais, en français ou en espagnol ont été sélectionnés.
- Les revues de littérature sont exclues
- Thérapie miroir sur des patients présentant d'autres types de pathologies (AVC, SDRC...)
- Exclusion des séries de cas et cas clinique
- Données de résultats présentées de façon non exploitable.

### 2.4.3 Evaluation de la qualité méthodologique des études :

Pour avoir un niveau de preuve suffisamment intéressant, les études utilisées dans cette revue sont uniquement des **essais cliniques randomisés**.

Leur qualité méthodologique a été évaluée par l'**échelle PEDro**. Pour que les études soient acceptées, leur score doit être supérieur ou égal à **6/10** sur l'échelle PEDro.

Le premier item de l'échelle (« 1. les critères d'éligibilité ont été précisés ») n'a pas été pris en compte dans le score final obtenu. En effet, il reflète la validité externe des études (type de patient concerné par l'essai clinique) et ne nous informe pas des potentiels biais intrinsèques à sa méthodologie.

Les biais recherchés par cette échelle sont :

- Le biais de **Sélection** (item 2 à 4) : on retrouve ce biais lorsque les groupes présentés dans l'étude ne sont pas comparables.  
Pour limiter ce biais, on utilise la randomisation aléatoire et l'assignation secrète. Ces deux techniques vont permettre d'augmenter la probabilité d'avoir des groupes similaires en tout point en dehors des traitements qui leurs sont assignés.
- Les biais de **Performance** et de **Mesure** ( 5 à 7) : ils apparaissent quand les intervenants (thérapeutes, évaluateurs) et les patients n'agissent pas de la même façon en fonction de leur groupe attribué. Pour empêcher cela, certains essais mettent en place un système d'aveugle.

- Les biais de **Suivi** et d'**Attrition** (8 et 9) : dus à la mauvaise observance des patients et au phénomène des « perdus de vue », ils sont limités par l'analyse dite en ITT (intention de traiter)

## 2.5 Extraction des données

### 2.5.1 Description et caractéristiques des études sélectionnées

Les caractéristiques des études sélectionnées seront regroupées sous forme de tableau présentant :

- L'identification de l'étude : nom de l'auteur principal, date de publication,
- La méthodologie utilisée : essai clinique randomisé, en cross-over, en aveugle,
- La population étudiée : effectif total et dans chaque groupe, caractéristiques des sujets et leur pathologie,
- La nature et les caractéristiques de l'intervention et du(des) comparateur(s) utilisé(s), conditions d'application, durée du traitement,
- Les critères de jugement étudié par ces études, à quel moment sont-ils évalués et comment.

### 2.5.2 Calcul de la taille d'effet du traitement

Pour répondre à la question posée, je procéderai à des **calculs de la taille d'effet** du traitement et de son **intervalle de confiance**. Pour cela, je vais utiliser un tableur de calcul d'intervalle de confiance.

Tout d'abord, pour chaque critère de jugement étudié, il faut extraire les **moyennes post traitement** ou les **moyennes des différences intra-groupe** obtenues pour chacun des groupes étudiés dans les différents essais cliniques. On va aussi rechercher les **écarts-type** associés et le **nombre de sujet** étudiés dans chaque groupe.

A partir de ces données, on calculera l'efficacité du traitement grâce au tableur en obtenant la différence intergroupe post traitement.

On aura donc la moyenne et l'intervalle de confiance de la différence observée entre l'effet du traitement dans le groupe de la thérapie miroir par rapport à celui retrouvé dans le groupe témoin de l'étude.

Cela permettra pour chaque étude d'obtenir la taille d'effet du traitement ainsi que l'intervalle de confiance à 95% qui va avec ce résultat.

En fonction de la largeur de cet intervalle de confiance et de son éloignement de l'effet 0, on pourra estimer la réelle efficacité du traitement dans l'étude en question.

Les résultats ainsi obtenus des différentes études sélectionnées seront superposés les uns aux autres en fonction de leur comparabilité, ce qui nous permettra de supposer l'effet général de la thérapie miroir chez les patients amputés.

Si la comparaison des résultats des études par les calculs de la taille d'effet avec son intervalle de confiance est impossible : les test d'hypothèse seront fait avec la valeur de p.

Un décompte des patients chez qui la thérapie miroir a entraîné des effets secondaires délétères sera également réalisé pour obtenir une proportion de ces effets en regard du nombre total de sujets étudiés.

### 2.5.3 Présentation des résultats :

Les résultats de comparaison seront présentés sous forme de tableau avec des Forest Plot pour visualiser les tailles d'effet les unes par rapport aux autres.

Cette forme permet aussi d'estimer l'**hétérogénéité des études** : si les intervalles de confiance ne se chevauchent pas suffisamment, on peut estimer qu'il y a une hétérogénéité des études et des résultats obtenus.

On pourra alors superposer la taille d'effet obtenue aux effets secondaires fréquemment observés dans les différentes études et mettre en évidence la balance bénéfice risque.

Pour cela, un tableau présentant le nombre de sujets ayant subi les différents effets secondaires possibles de la thérapie miroir sera présenté. Ce nombre sera pondéré par rapport au nombre total de sujets présents dans le groupe et dans l'étude pour donner un pourcentage d'apparitions de l'effet observé.

Puis un calcul par rapport à l'apparition de ces effets sera aussi effectué par rapport au nombre total de sujets présentés dans les différentes études pour estimer son apparition dans la population générale des patients suivant une rééducation par la thérapie miroir. On obtiendra ainsi le Risque Relatif de survenu de ses effets par rapport à l'intervention par la thérapie miroir.

Si les articles sélectionnés le permettent, une synthèse quantitative sera réalisée en regroupant les résultats des patients présentant des interventions comparables.

Si les études sélectionnées sont trop hétérogènes, une synthèse qualitative sera réalisée en répartissant les études en sous-groupes dans la mesure de leur comparabilité.

L'effet de la thérapie miroir sera alors évalué de manière qualitative en montrant les effets dans chaque étude.

### **3 Résultats**

#### **3.1 Recherche documentaire :**

Lors de mes recherches sur base de données voilà les articles exclus et inclus suite à la 1<sup>ère</sup> sélection, en fonction des mots clés présents ou non dans le **titre**.

Sur la base de données **PEDro**, l'équation de recherche a donné 8 articles. Parmi eux, 2 articles sélectionnés et 6 exclus :

- 5 étaient des revues de littérature
- 1 un ECR sur des patients atteints d'AVC

Sur **Pubmed**, l'équation a donnée 817 résultats. 53 ont été sélectionnés. Parmi les études exclues, il y avait :

- Des revues de littératures : 91
- Des études de cas : 24
- Des ECR sans thérapie miroir : 229
- Des ECR sans amputés : 187 ; ou avec amputation bilatérale : 3
- Des études sans aucun des mots clé demandés : 121
- Des études non accessibles : 108

Sur le site de **Cochrane**, sur les 40 résultats proposés, 12 ont été sélectionnés. Les études exclues sont :

- Des revue de littérature : 2
- Des cas cliniques : 1
- Des ECR sans amputés : 4 ; ou avec des amputations bilatérales : 1
- Des ECR sans utilisation de la thérapie miroir : 5
- Des études sans aucun mots clé : 2
- Des études non accessibles : 14

Sur le site **Researchgate**, 54 études ont été proposées. 24 ont été sélectionnées. Les caractéristiques des études exclues étaient :

- pas de thérapie miroir : 9
- pas d'amputés : 11
- revue de littérature : 10

j'ai donc obtenu **97 études** en tout lors de la recherche sur les bases de données.

A partir des bibliographies proposées par les études sélectionnées ainsi, j'ai pu obtenir **17 études supplémentaires** pouvant répondre à ma problématique.

Après avoir regroupé toutes ces études et supprimé les doublons présents, il reste **65 articles** différents.

On arrive à la phase de sélection des 65 études ainsi obtenues selon les critères d'inclusion et d'exclusion.

## 3.2 Sélection des études :

### 3.2.1 Sélection préliminaire :

Exclusion des articles selon les informations de l'**abstract**.

**39** références ont été exclues :

- 23 revues de littérature
- 4 essais cliniques randomisés ne répondant pas à la question posée
- 8 cas cliniques portant sur un seul patient
- 3 études rétrospectives
- 1 série de cas : donc sans groupe contrôle

Le tableau regroupant chacune des études exclues est indiqué en annexe : Annexe 2

### 3.2.2 Eligibilité des articles en texte intégral

Exclusion des articles après étude du **texte dans son intégralité**.

La sélection est faite selon les critères d'inclusions et d'exclusions définis plus haut. Elle inclut la sélection de la validité méthodologique par l'échelle PEDro et l'accessibilité des résultats donnés par les études.

Il s'agit de vérifier si ces résultats sont exploitables pour pouvoir répondre à la question posée : est-il possible de calculer la taille d'effet et son intervalle de confiance, les résultats devant être donnés sous forme de moyenne ?

En tout, il y a **19** références exclues :

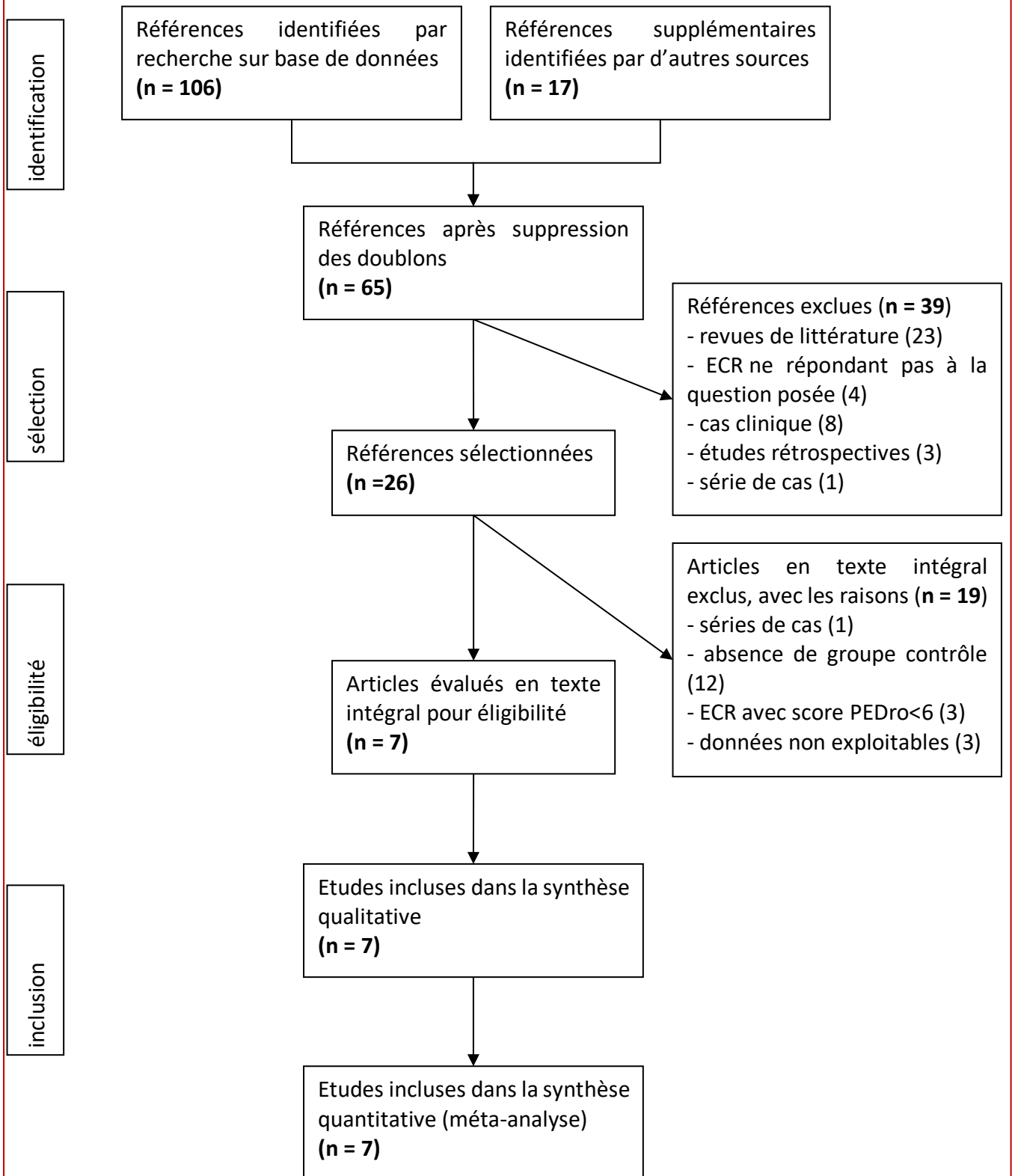
- 1 série de cas cités les uns après les autres sans regroupement des données ni groupe contrôle
- 12 études sur des patients suivant une thérapie miroir sans groupe contrôle
- 3 essais cliniques randomisés avec un score PEDro < 6
- 3 essais cliniques randomisés dont les données ne sont pas exploitables

Le tableau regroupant chacune des études exclues est indiqué en annexe : Annexe 3

### 3.2.3 Diagramme de flux :

Les différentes phases d'inclusion et d'exclusion des articles obtenus sont résumées dans un diagramme de flux ci-dessous :

### Diagramme de flux : sélection des études



### 3.3 Présentation des études incluses dans l'analyse des résultats

Tableau 1 : Caractéristiques des études incluses.

articles	Patients	Intervention	Comparateur	Critères de jugement étudiés
<b>Finn et al.2017</b> [33] ECR	15 hommes amputés <b>MS</b> , de 18 à 70 ans, Au moins 3 épisode /S et EVA à 3/10	Thérapie miroir : <b>n = 9</b> 15min/j, 5jours/s Pendant 4 semaines Au début mouvements lents puis augmenter graduellement l'amplitude	1. idem mais miroir couvert, <b>n = 3</b>	<b>Douleur</b> : intensité avec EVA + fréquence et durée de la douleur fantôme Mesures prises à chaque <b>début de séance</b>
		Après 11 séances, switch contrôles vers thérapie miroir (n=5)	2. visualisation de mouvements du MF sans bouger l'autre bras, <b>n = 3</b>	
<b>Brodie et al.2007</b> [34] ECR	80 amputés des <b>MI</b> , Dont <b>15</b> avec douleurs fantômes	Thérapie miroir : <b>n = 7</b> avec douleurs fantômes (41 en tout) 10 séries de 10 mouvements avec à la fois le membre intact et le MF. Lorsqu'ils n'avaient pas de DF au début de la séance, les membres intact et amputé sont alignés d'un seul côté du miroir pour ne pas risquer de déclencher le phénomène de membre fantôme.	Miroir opacifié : <b>n = 8</b> avec douleurs fantômes (39 en tout) Idem : 10 séries de 10 mouvements avec à la fois le membre intact et le membre fantôme.	Capacité à bouger le <b>MF</b> + intensité du MF (EVA) <b>Douleur</b> : intensité avec EVA + MPQ -> Total Pain Ranking Index (PRI) scores Mesures en <b>pré et post</b> intervention
<b>Nagabushnam et al.2018</b> [35] ECR, Cross over, Simple aveugle	<b>64</b> amputés avec DF De 15 à 75 ans	Thérapie miroir : <b>n = 32</b> Déplacer membres intact et fantôme tout en observant l'image dans le miroir Selon un protocole précis demandé 15 min/j 7jours/s pendant 4 semaines	Miroir couvert : <b>n = 32</b> Pendant 4 semaines puis miroir non couvert pendant 4 semaines supplémentaires (cf: groupe thérapie miroir)	<b>Douleur</b> : EVA + version courte du McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ) Mesures à TO + après 4, 8 et 12 semaines après thérapie miroir

<b>Tilak et al.2015</b> [36] ECR, Simple aveugle	<b>25</b> amputés, Avec DF, De 18 à 60 ans	Thérapie miroir : <b>n = 12</b> Mouvements simples pendant 20min avec membre intact en observant le reflet. 1 session/jour pendant 4 jours consécutifs	<b>TENS : n = 13</b> électrodes sur le membre sain selon les zones de DF coté amputé. 20min/j pendant 4jours.	<b>Douleur</b> : EVA + Universal Pain Score (UPS) Mesures en début et fin de traitement
<b>Ol et al.2018</b> [37] ECR, En semi-cross over	<b>45</b> amputés <b>Transtibiaux</b> suite à un <b>traumatisme</b> par mines plus de 12 mois avant l'étude. Avec DF Age > 16 ans	Thérapie miroir : <b>n = 15 /14</b> ; Pendant 5min, tous les matins et soirs, le patient fait des mouvements répétés et lents. De la position neutre de cheville à la FD max. Pendant 4S, 1mois de repos (crossover) puis 4S Thérapie miroir+Tactile : <b>n=15 / 20</b> ; 5min de chaque, matin et soir Pendant 4S, 1mois de repos (crossover) puis 4S	Tactile : <b>n=15 / 10</b> ; 5 min 2x par jour, stimulation tactile, 5 stimuli différents (pierre, bois, pinceau doux, chiffon doux et plume douce) toujours la même séquence. 4S, 1mois de repos (crossover) puis 4S	<b>Douleur</b> : 2 EVA pour douleur fantôme ET pour douleur du moignon (nociceptive) → chaque nouvelle semaine Pendant 3 mois
<b>Rothgan gel et al.2018</b> [38] ECR, Simple aveugle	<b>75</b> amputés <b>MI</b> , adultes DF de plus de 3/10 et au moins 1 épisode/S	Thérapie miroir : <b>n = 51</b> Pendant 4 semaines, 30min x 10, Puis télétraitement pendant 6S: - thérapie miroir + réalité augmentée, <b>n = 25</b> - thérapie miroir simple, <b>n = 23</b>	Contrôle : <b>n = 24</b> 4S d'exercices sensorimoteur du mbr sain, 30min x 10 , Puis télétraitement <b>n = 20</b> pendant 6S avec exo a continuer chez soi	Douleur MF : Intensité (NRS 0 - 10) Fréquences (NRS 0 – 5) Durée (NRS 0 - 6)
<b>Romkema et al.2018</b> [39] ECR, Simple aveugle	<b>47</b> amputés <b>MS</b>	transfert intermanuel + imagerie motrice + thérapie miroir, <b>n = 16</b> entraînement pendant 5j pendant 45min	transfert intermanuel, <b>n = 15</b> entraînement pendant 5j pendant 45min Contrôle <b>n = 16</b> : formation factice sans simulateur de prothèse 5j pendant 45min	Durée du mouvement (ms) Durée où la main est ouverte au max pour prendre un objet (ms) Le grip test



### 3.4 Risques de biais des études incluses

#### 3.4.1 Résultat du score PEDro des articles inclus

La grille d'analyse utilisée est la grille d'évaluation PEDro. En effet, il s'agit d'une des grilles de référence dans l'étude de la qualité méthodologique et des biais des essais cliniques randomisés. Or, cette revue de littérature n'inclut que ce type d'article du fait de leur haut niveau de preuve.

Seuls les articles sélectionnés suite à l'évaluation en texte intégral figurent dans cette analyse. Après analyse, il reste **8 articles d'essais cliniques randomisés** de bonne qualité méthodologique (score supérieur ou égal à 6/10 ; en excluant l'item 1)

En analysant article par article, on observe :

- Finn et al.2017 : on a des biais de performance et de mesure
- Brodie et al.2007 : on a des biais de performance et de mesure
- Nagabushnam et al.2018 : on a un biais de performance
- Tilak et al.2015 : on a des biais de performance et d'attrition
- Ol et al.2018 : on a des biais de performance, de mesure et d'attrition
- Rothgangel et al.2018 : on a des biais de sélection et de performance
- Romkema et al.2018 : on a un biais de performance

Tableau 2 : biais observés avec la grille PEDro.

Echelle PEDRO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	T
<b>Finn et al.2017</b>	x	x	x	x				x	x	x		6
<b>Brodie et al.2007</b>		x	x	x				x	x	x		6
<b>Nagabushnam et al.2018</b>	x	x	x	x			x	x	x			6
<b>Tilak et al.2015</b>	x	x	x	x			x	x		x	x	7
<b>Ol et al.2018</b>	x	x	x	x				x		x	x	6
<b>Rothgangel et al.2018</b>	x	x	x				x	x	x	x	x	7
<b>Romkema et al.2018</b>		x	x	x			x	x	x		x	7
<b>Score par item</b>	5	7	7	6	0	0	4	7	5	5	4	
<b>Biais évalués</b>		sélection			Performance et mesure			Suivi et Attrition				

#### 3.4.2 Synthèse des risques de biais des études observés par l'échelle PEDro

Grâce à cette échelle on observe la représentation des biais dans les différentes études.

Le biais de Sélection représenté par les item 2 à 4 de l'échelle est donc faible. En effet, les items sont validés dans presque tous les articles étudiés. Seul l'ECR de **Rothgangel et al.2018** n'a pas validé l'item 4 vérifiant que les groupes étaient similaires au début de l'étude.

Les **biais de Performance** représentés par les item 5 et 6 et les **biais de Mesure** représentés par l'item 7 sont en revanche présents. En effet, seul l'item 7 a pu être validé dans 4 des 7 articles étudiés.

En ce qui concerne les biais de performance, cette invalidation peut entre autres être expliquée du fait de la difficulté à placer les patients et les thérapeutes en insu de la nature de l'intervention effectuée. La thérapie miroir nécessite d'être expliquée au patient avant toute tentative. Le patient sait donc en quoi elle consiste et il apparaît difficile de fausser cette intervention pour en faire un contrôle. Dans les études sélectionnées, on pourra donc observer une différence du fait que le patient et le thérapeute savent la nature de leur assignation. Ils n'y seront pas réceptifs de la même façon et ne percevront ni n'agiront exactement comme ils l'auraient fait s'ils avaient été en aveugle.

Pour les biais de mesure, 4 des 7 articles comportent un évaluateur en aveugle. Dans les 3 autres études, il peut donc fausser involontairement la prise de mesures par son attitude avec le patient.

Enfin, les biais de Suivi ou d'Attrition sont représentés par les item 8 et 9. On les note respectivement à 7/7 et 5/7.

En ce qui concerne l'item 8, toutes les études ont eu au moins une des mesures faites sur plus de 85% des sujets répartis dans les groupes. On a donc un suivi de la majorité des patients dans toutes les études.

Pour l'item 9, il a été invalidé dans 2 études car les perdus de vue de ces groupes étaient retirés de l'analyse.

Dans ces études, on retrouvera sûrement un biais dans les résultats à cause de la présence de biais :

- de performance, probablement le plus impactant car il est présent dans toutes les études incluses
- de mesure et d'attrition, mais qui sont présent dans moins de la moitié des études.

### **3.5 Effets de l'intervention sur le(s) critère(s) de jugement(s)**

#### 3.5.1 Critère de jugement principal : l'intensité de la douleur

Pour étudier l'effet de la thérapie miroir sur l'intensité de la douleur, j'ai présenté les résultats dans un tableau permettant de les regrouper par rapport à la date à laquelle la mesure a été prise et en fonction de l'échelle d'autoévaluation utilisée.

J'ai également mis à part les études comparant la thérapie miroir à un traitement réel.

La **taille d'effet** du traitement et son **intervalle de confiance à 95%** ont été recherchés dans chaque étude. Il est aussi indiqué la **taille de l'échantillon étudié : n** (n du groupe thérapie miroir ; n du groupe contrôle).

Rem : les **X** entre deux durées signifient qu'il y a eu un cross-over.

Quand les dates de mesure et les échelles étaient comparables, j'ai calculé une **moyenne de l'effet global** des interventions concernées dans la colonne Total.

**Tableau 3 :** présentation des résultats des études sur l'évolution de la douleur selon les échelles d'autoévaluation.

Article	Durée	Taille d'effet (Moyenne + IC 95%) + n et Forest plot	Total
<b>Critère de jugement principal : l'évolution de la douleur</b>			
EVA (0-100)	Brodie et al.2007	1 jour <b>+11 (-29.68 / 51.68)</b> n = 15 (7 ; 8)	+11
	Finn et al.2017	4 semaines <b>-21 (-46.60 / 4.60)</b> n = 15 (9 ; 6)	
EVA (0-10)	Nagabushnam et al.2018	4 semaines <b>-0.34 (-1.04 / 0.36)</b> n = 64 (32 ; 32)	-1.01
	Ol et al.2018	4 semaines <b>X</b> n = 30 (15 ; 15)	
		4 semaines <b>-0.6 (-2.35 / 1.15)</b> n = 30 (20 ; 10)	
NRS (0-10)	Rothgangel et al.2018	4 semaines <b>-1.2 (-2.37/-0.03)</b> n = 75 (51 ; 24)	-0.5
		10 semaines <b>-0.5 (-2.34 / 1.34)</b> n = 40 (21 ; 19)	

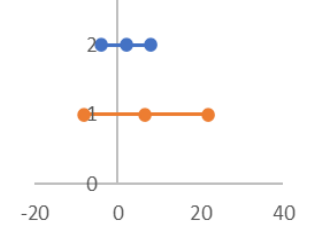
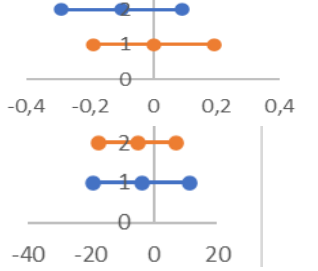
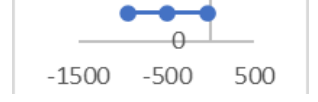
<b>Critère de jugement principal : l'évolution de la douleur</b>			
<b>Comparaison a un autre traitement :</b>			
EVA (0-10)	Tilak et al.2015	4 jours <b>-0.38 (-1.70/0.94)</b> n = 25 (12/13)	-0.38
	Ol et al.2018	4 semaines <b>-0.7 (-2.72/1.32)</b> n = 30 (15 ; 15)	
	Contrôle = tactile	4 semaines <b>X</b> <b>+0.7 (-1.19/2.59)</b> n = 24 (14 ; 10)	
0			

### 3.5.2 Critères de jugement secondaires

Les critères de jugement secondaires étudiés sont :

- La douleur selon le **questionnaire MPQ**
- La **qualité de vie**
- L'évolution de la **fonction motrice**

Tableau 4 : présentation des résultats des études sur l'évolution des critères de jugements secondaires.

Article	Durée	Taille d'effet (Moyenne + IC 95%) +n et Forest plot
<b>Critère de jugement secondaire : l'évolution de la douleur selon le MPQ</b>		
MPQ	Brodie et al.2007	1 jour NWC* : <b>+2.05 (-3.85 / 7.95)</b> *(nombre de mots choisis) n = 15 (7 ; 8) Total PRI** : <b>+6.86 (-8.03/21.75)</b> **=(Total pain ranking index) n=15 (7 ; 8)
		
<b>Critère de jugement secondaire : l'évolution de la QDV</b>		
5Q 5D 5L	Rothga et al.2018	10 semaines Index value : <b>-0.1 (-0.29 / 0.09)</b> 6 mois Index value : <b>0.0 (-0.19 / 0.19)</b>
		10 semaines VAS : <b>-5.1 (-17.40 / 7.20)</b> 6 mois VAS : <b>-3.9 (-19.18 / 11.38)</b>
		à 10 S et 6 M : n = 40 (21 ; 19)
		
<b>Critère de jugement secondaire : l'évolution de la motricité selon durée de mouvement (ms)</b>		
Durée	Romkema et al.2018	5 jours <b>-487 (-936.83 / -37.17)</b> n = 31 (16 ; 15)
		

Concernant ces critères de jugement secondaire, aucun effet moyen n'a été calculé du fait du faible nombre de mesures et de leur trop grande hétérogénéité.

Pour le nombre de patients ayant eu des effets secondaires suite à la thérapie miroir, pour chaque étude individuellement, on observe :

- **Finn et al.2017** : augmentation de la douleur chez **1/9** sujet dans le groupe thérapie miroir. Rien de signalé dans le groupe contrôle.
- **Brodie et al.2007** : apparition de sensation de membre fantôme chez **6** patients du groupe thérapie miroir et chez **4** patients du groupe contrôle.
- **Nagabushnam et al.2018** : pas d'effets secondaires observés
- **Tilak et al.2015** : pas d'effets secondaires observés
- **Oi et al.2018** : au 1<sup>er</sup> tour : pas de diminution de la douleur pour **1** patient du groupe thérapie miroir (/15) et **1** du groupe contrôle (groupe tactile)(/15). Mais il n'est pas précisé s'il s'agit d'une augmentation de la douleur ou d'une absence d'effet.

Concernant le 2<sup>ème</sup> tour : pas d'informations données.

- **Rothgangel et al.2018** : au 1<sup>er</sup> tour : dans le groupe thérapie miroir **4** patients sur 51 ont une augmentation de la douleur et **2** sur 51 ont eu des nausées, sueurs et/ou des réactions émotionnelles anormales. Dans le groupe contrôle, **1** patient sur 24 a eu une augmentation de la douleur.  
Concernant le 2<sup>ème</sup> tour : pas d'informations données.
- **Romkema et al.2018** : pas de mesure de douleur et aucun effet secondaire observé.

Sur les **273** patients ayant pratiqué la thérapie miroir, on a pu observer **13** patients avec des effets secondaires avérés (5 avec une augmentation de la douleur, 6 ont eu une apparition de sensation de membre fantôme et 2 ont eu des nausées, sueurs et/ou des réactions émotionnelles anormales).

**1** patients n'a pas eu de diminution de la douleur mais sans plus d'information sur le sujet.

Concernant les groupes contrôles, on recense 4 apparitions de membre fantôme, 1 patient avec un augmentation de la douleur soit **5** effets secondaires sur **190** patients en tout.

On a également **1** patient sans diminution de la douleur mais sans autre information.

Tableau 5 : Mesure de l'association entre la thérapie miroir et la survenue d'effets secondaires.

	Effets secondaires	Pas d'effet secondaire
Groupe thérapie miroir	<b>13</b>	<b>260</b>
Groupe contrôle	<b>5</b>	<b>185</b>

Pour mesurer cette association, on a calculé le risque relatif de survenu des effets indésirables entre les patients exposés ou non à la thérapie miroir :  $RR = 1.8$

On a on  $RR > 1$ , on peut donc supposer que la thérapie miroir augmente le risque de survenue des effets indésirables.

## 4 Discussion

### 4.1 Analyse des principaux résultats

4.1.1 Le critère de jugement principal : intensité de la douleur.

Tout d'abord, pour chaque article séparément :

Dans l'étude de **Brodie et al.2007**, on a 15 patients : 7 dans le groupe de la thérapie miroir et 8 dans le groupe contrôle. Suite à une seule et unique séance de thérapie miroir, on observe que l'intensité douloureuse selon l'EVA (0 – 100) est **supérieure de 11** points avec la thérapie miroir par rapport au groupe contrôle. D'après l'intervalle de confiance, on observe une modification de la douleur pouvant aller d'une **diminution de 29.68** points à une **augmentation de 51.68** points. Ce qui nous laisse un résultat pouvant aller d'une amélioration à une aggravation de la douleur sur un intervalle très large.

Dans l'étude de **Finn et al.2017**, après un traitement de 4 semaines, les 9 patients ayant fait la thérapie miroir ont en moyenne une **diminution de 21** points, par rapport aux 6 patients contrôles, selon l'EVA (0 - 100). L'intervalle de confiance nous indique que cette différence de douleur peut aller d'une **diminution de 46.60** points à une **augmentation de 4.60** points.

D'après l'étude de **Nagabushnam et al.2018**, après 4 semaines de traitement, on obtient une **diminution moyenne de 0.34** points sur l'EVA (0 -10). L'expérience présentant un grand nombre de sujet (64 personnes, pour 32 dans chaque groupe), on a un intervalle de confiance réduit, qui va d'une **diminution cotée à 1.04** points à une **augmentation de la douleur de 0.36** points. Là encore, l'intervalle de confiance nous donne un résultat pouvant être aussi bien positif que négatif, voire une absence d'effet.

Dans l'étude menée par **Oi et al.2018**, on observe à chaque fois 30 patients répartis dans les 2 groupes étudiés.

Pour la 1<sup>ère</sup> partie de l'expérience, 15 patients sont présents dans chaque groupe. Après 4 semaines, on observe une **diminution moyenne de 1.9** points sur l'EVA (0 – 10) par rapport au groupe contrôle. Selon l'intervalle de confiance, ce changement pourrait aller d'une **diminution de la douleur de 3.92** à une **augmentation de 0.12** en terme d'intensité.

Puis on a un « pseudo cross over » : seuls les patients non répondant dans leur groupe respectif sont amenés à changer de traitement.

Lors de la 2<sup>ème</sup> partie de l'expérience, on a 20 patients qui font de la thérapie miroir combinée à une thérapie annexe et 10 patients contrôles avec juste cette thérapie annexe. Après 4 nouvelles semaines de traitement, on a en moyenne une **diminution de 0.6** points de douleur. Selon l'intervalle de confiance, ce résultat peut varier d'une **diminution de 2.35** à une **augmentation de 1.15** par rapport au groupe contrôle.

Là encore, dans les deux parties de l'expérience, l'intervalle de confiance de la moyenne nous laisse penser que le changement de la douleur peut aller d'une diminution à une augmentation, ou même une absence d'effet.

Enfin, dans l'étude de **Rothgangel et al.2018**, on a un nombre important de patients : 75, 51 vont faire de la thérapie miroir et 24 seront dans le groupe contrôle. Après 4 semaines, on a une **diminution moyenne de 1.2** points selon l'échelle NRS (0 – 10). L'intervalle de confiance ici, est compris entre une **diminution allant de 2.37 à 0.03**. On a un intervalle de confiance donnant des valeurs uniquement négatives. On a donc dans cette étude une diminution systématique de la douleur. En revanche, sa borne supérieure est très proche du zéro signifiant l'absence d'effet.

Dans la suite du traitement, à 10 semaines, on observe une **diminution moyenne de 0.5** sur l'échelle NRS (0 – 10). Pour cette partie de l'expérience, le groupe de la thérapie miroir est séparé en 2 interventions. L'intervention étudiée sera une rééducation de thérapie miroir en télé traitement pour 21 patients. Dans le groupe contrôle, il reste 19 patients à la fin de l'intervention. L'intervalle de confiance ici est compris entre une **diminution de 2.34** et une **augmentation de 1.34** points. On a donc un intervalle de confiance décrivant un effet aussi bien positif que négatif.

On a également deux cas où la thérapie miroir est comparée directement à une autre intervention :

Dans l'expérience de **Tilak et al.2015**, durant 4 jours, un groupe de 12 sujets fait de la thérapie miroir et un groupe de 13 sujets fait une intervention à base de TENS.

La différence d'effet entre les deux groupes est une **diminution de 0.38** points chez les patients pratiquant la thérapie miroir. Cependant, l'intervalle de confiance nous donne des valeurs allant d'un effet plus important de la thérapie miroir **de 1.7** points à un effet moins important **de 0.94** points sur l'EVA (0 – 10)

Pour la deuxième étude, de **OI et al.2018**, le contrôle est une intervention de stimulation tactile. Dans la 1<sup>ère</sup> partie de l'expérience, on a deux groupes de 15 sujets chacun, et une **diminution** plus importante de la douleur de **0.7** points selon l'EVA (0 – 10) pour le groupe de la thérapie miroir après 4 semaines. Le résultat étant compris entre une **diminution de 1.7** à une **augmentation de 0.94** points.

On a ensuite un « pseudo cross over » laissant 14 patients dans le groupe de thérapie miroir et 10 avec l'intervention tactile. Après 4 nouvelles semaines de traitement, on observe cette fois une diminution de la douleur plus importante de **0.7** points dans le groupe de l'intervention tactile. L'intervalle de confiance nous donne des valeurs allant d'une **diminution de 1.19** points à une **augmentation de 2.59** points de la douleur lors de la thérapie miroir par rapport à l'intervention tactile.

Dans ces 2 études, on a un intervalle de confiance donnant des valeurs aussi bien positives que négatives, on ne peut donc pas conclure à une supériorité de la thérapie miroir par rapport à ces 2 autres traitements.

Si on rassemble les résultats des différentes études, concernant l'intensité de la douleur selon les échelles d'autoévaluation, on observe :

- Après **1** séance de thérapie miroir : une **augmentation de la douleur de 11 points** selon l'EVA de 0 à 100
- Après **4 semaines** de thérapie miroir : une **diminution de 21 points** selon l'EVA (0 à 100) et une **diminution moyenne de 1.01 point** selon l'EVA (0 à 10) et l'échelle NRS (0 à 10)
- Après **10 semaines** de thérapie miroir, une **diminution de 0.5 point** sur l'échelle NRS (0 à 10)

De plus, les résultats obtenus sont visuellement assez **superposable**, ce qui leur donne une impression d'homogénéité malgré leur mise en place très hétérogène.

Si l'on compare la thérapie miroir aux autres traitements utilisés pour diminuer les douleurs fantômes, on obtient une amélioration de 0.38 point selon l'EVA de 0 à 10 par rapport au TENS et aucune amélioration comparé à l'intervention tactile.

Plus précisément, les tailles d'effet obtenues dans chaque étude nous montrent une diminution de la douleur dans 6 conditions, pour des mesures pratiquées après 4 à 10 semaines de traitement. En revanche, l'étude de Brodie et al.2007 qui étudie l'effet de la thérapie miroir après une seule séance présente une augmentation de la douleur par rapport au traitement comparateur (miroir opacifié).

Concernant les intervalles de confiance de ces résultats, 6 d'entre eux englobent le zéro et croisent donc la ligne des ordonnées symbolisant d'absence d'effet. Une seule étude de **Rothgangel et al.2018** correspond à un IC avec uniquement une diminution des douleurs. Mais cet IC reste proche de la valeur de zéro.

De plus, les IC obtenus sont larges, ce qui laisse une marge d'erreur importante dans l'estimation de l'effet global. En effet, dans la majorité des études, le nombre total de sujets étudiés est souvent assez faible.

Deux études présentent un nombre important de sujets pour étudier la taille d'effet de la thérapie miroir : 64 (**Nagabushnam et al.2018**) et 75 (**Rothgangel et al.2018**).

Dans les autres études, on a entre 15 et 30 sujets, séparés entre les groupes à comparer.

L'effet global obtenu en terme de diminution de la douleur est donc à utiliser avec précaution du fait que les intervalles de confiance sont imprécis. Il peut cependant être intéressant de préciser que l'étude de **Rothgangel et al.2018**, qui étudie le plus grand nombre de sujets est aussi la seule dont la taille d'effet et son intervalle de confiance à 95% sont situés entièrement à gauche de la borne d'absence d'effet. Mais la borne inférieure de cet intervalle est très proche de l'absence d'effet (la diminution de la douleur peut aussi bien être de 0.03 à 2.37/10).

Il convient donc d'être prudent concernant les conclusions à tirer de cette étude.

#### 4.1.2 Critère de jugement secondaire

La **douleur selon le MPQ** : ce critère n'a été étudié que dans un seul des ECR sélectionnés : celui de **Brodie et al.2007**. Le score du MPQ a été étudié selon 2 variables :

- le nombre de mots choisis par les patients (NWC) : +2.05 (-3.85 / 7.95)
- le Total pain ranking index (total PRI) : +6.86 (-8.03/21.75)



Dans ces deux mesures, les patients du groupe contrôle présentaient un score de douleur plus bas que ceux du groupe de la thérapie miroir.

Cependant, en raison du faible nombre de patients étudiés dans cet essai (n = 15) les intervalles de confiance sont trop larges pour pouvoir en tirer des conclusions.

La **qualité de vie selon le 5Q-5D-5L** : là encore, un seul essai clinique sur lequel s'appuyer : celui de **Rothgangel et al.2018** qui a étudié le score du 5Q-5D-5L après 10 semaines d'intervention. Puis 6 mois plus tard pour observer la continuation des effets après la fin de l'intervention.

Le score est étudié par 2 variables : l'Index value et une VAS de 0 à 100 (EVA). Les valeurs ont été récupérés sur les 40 patients encore présents dans l'étude à ces dates.

On observe une diminution de l'EVA du 5Q-5D-5L, mais l'index value qui y est associé nous montre une qualité de vie diminuée après le traitement par rapport au groupe contrôle. A 6 mois l'écart entre les résultats des deux groupes tend à diminuer.

Mais les intervalles de confiance étudiés passent tous par un effet à 0 ce qui rend l'interprétation du résultat peu fiable.

En ce qui concerne l'amélioration de la **fonction motrice**, une seule étude en parle. Il s'agit de l'article de **Romkema et al.2018**. L'amélioration de cette fonction motrice a entre autre été calculée par la rapidité des sujets dans l'utilisation des différentes prises des prothèses de membre supérieur.

On observe une diminution du temps nécessaire au mouvement d'environ 487ms par rapport au groupe contrôle, pour un IC95% allant d'une diminution de 936ms à 37ms.

Il s'agit d'un intervalle avec uniquement une amélioration de temps, mais il est large et proche de l'absence d'effet.

Enfin, en terme d'**effets secondaires observés**, on a eu des effets délétères chez **5%** des sujets ayant pratiqué la thérapie miroir (augmentation de la douleur, apparition de membre fantôme, nausées, sueurs et/ou des réactions émotionnelles anormales). Cela concernait 3 études : **Finn et al.2017**, **Brodie et al.2007**, **Rothgangel et al.2018**. 2 autres études n'ont pas observé d'effets secondaires avérés chez leurs sujets : **Nagabushnam et al.2018** et **Tilak et al.2015**. Les deux études restantes : **Ol et al.2018** et **Romkema et al.2018**, n'en ont pas parlé, on ne sait donc pas s'il y en a eu ou non.

Comparativement, les groupes contrôles ont recensé **2.6%** d'effets indésirables chez leurs patients. On a donc deux fois plus de survenues d'effets indésirables dans les groupes de thérapie miroir par rapport à leurs comparateurs. Le calcul du Risque Relatif (**RR = 1.8**) nous permet d'observer un lien possible entre la thérapie miroir et la survenue d'effets délétères. Mais il n'y a pas de certitude que ce soit l'intervention étudiée ou un autre facteur qui en soit responsable.

## **4.2 Applicabilité des résultats en pratique clinique**

En pratique clinique, la **diminution de la douleur est incertaine** car les intervalles de confiance sont larges. Après 4 semaines de traitement, on aurait en moyenne une diminution de 1 point sur les échelles de 0 à 10 par rapport à un traitement normalement sans effet. Elle n'a pas non plus une grande supériorité comparée aux thérapeutiques alternatives telles que le TENS et la stimulation tactile, ce qui en ferait un traitement équivalent.

En revanche, elle semble être la cause d'une **augmentation des effets délétères** par rapport aux groupes contrôles. La raison n'est pas certaine, mais on peut supposer que le fait de voir un membre intact dans le miroir là où en réalité il n'y en a plus peut grandement perturber certains patients. En effet, l'acceptation de l'amputation est souvent difficile pour le patient et la vision du miroir peut aller à l'inverse de ce processus de deuil du membre en imposant sa vision au cerveau.

Concernant l'amélioration de la **qualité de vie** des patients, malgré la diminution relative de la douleur plus importante dans les groupes de thérapie miroir, la vision qu'ont les sujets de leur qualité de vie par le test 5Q-5D-5L, reste **moindre** par rapport au groupe contrôle.

Les résultats de l'amélioration de la **fonction motrice** une fois convertis en secondes nous montrent une amélioration de la vitesse **inférieure à 1 seconde**, ce qui en pratique clinique n'a pas grand intérêt.

Il est aussi important d'insister sur le fait que l'effet réel du traitement par la thérapie miroir reste **incertain** à cause de l'étendue de l'effet possible donné par les intervalles de confiance. De plus, les **protocoles pratiqués étaient très différents** les uns des autres, ce qui rend les études très **hétérogènes** les unes par rapport aux autres.

Les études ont étudié un échantillon faible de la population totale des patients amputés en général et donc **peu représentatif**.

En revanche, la thérapie miroir est une thérapeutique **facile d'accès** aux kinésithérapeutes et aux patients du fait de son **accessibilité** et de son **coût peu important**. En effet, elle ne nécessite qu'un miroir et une pièce au calme où la pratiquer.

### 4.3 Qualité des preuves

Le niveau de preuve d'une étude décrit sa capacité à répondre à la question posée. Pour analyser la qualité des preuves de cette revue, je me suis inspirée du système de gradation des recommandations : **GRADE** (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation).[40]

Les articles sélectionnés pour l'étude sont uniquement des essais cliniques randomisés, il s'agit d'un type d'étude qui bénéficie d'un bon niveau de preuve. Mais en raison du faible nombre de patients dans la plupart de ses études, la puissance de ses ECR est faible.

Le niveau de preuve scientifique fourni par ces articles est du niveau de la présomption scientifique (Niveau 2).

De ce fait, la revue de littérature qui en découle présente un niveau de preuve intermédiaire.

**L'adéquation du protocole** d'étude à la question posée. Il s'agit d'une question d'ordre thérapeutique, les articles sélectionnés sont donc des essais cliniques randomisés car ils sont les plus à même de répondre à ce type de question.

Le protocole est donc adapté pour répondre au mieux à la question posée en l'état actuel des connaissances mais la puissance est insuffisante du fait du faible nombre de patients inclus entraînant une taille d'effet incertaine.

La **présence de biais** de performance et de mesure fréquemment retrouvé peut amener à un faussement de leurs résultats. On observe un niveau de biais moyen dans les études à cause de l'application du traitement qui ne se fait jamais en insu chez le patient et le thérapeute. De plus, la réalisation de la revue présente elle-même un certain nombre de biais. Notamment un biais de publication en raison du faible nombre d'études à publier des résultats négatifs tel que les effets délétères ou l'absence d'effets. Et le faible nombre d'études sélectionnées ne permet pas d'évaluer l'importance de ce biais.

De même, en terme **d'homogénéité** les articles récupérés présentent souvent des protocoles différents et peu comparables. En effet, bien qu'adaptés à la question, ils sont réalisés dans des contextes souvent différents : nombre de patients, type d'amputation (niveau, cause), durée de traitement, nombre de répétitions. Les résultats des études présentent entre autre une grande variabilité le long de leur intervalle de confiance.

Les **lien direct** entre l'intervention et l'effet observé : dans 5 des études sélectionnées, la comparaison des effets a pu être faite pour isoler l'effet de la thérapie miroir de celui des interventions contrôles. En revanche, les moyens utilisés pour évaluer cet effet (échelle d'autoévaluation) ne sont pas les plus adaptés pour ce type de comparaison inter individuelle.

Concernant la **précision** du résultat obtenu, les intervalles de confiance obtenus lors de l'analyse des résultats sont malheureusement peu précis du fait du faible nombre de patients observés.

#### 4.4 Analyse des biais rencontrés

Les biais sont des erreurs qui lorsqu'ils ne sont pas contrôlés, peuvent entraîner un résultat faussé. Dans les essais thérapeutiques, les biais ont tendance à sous-estimer ou surestimer l'effet global d'un traitement étudié.

##### 4.4.1 Biais des articles

Comme nous l'avons vu plus tôt, les articles sélectionnés présentent tous au moins un **biais de performance** car ni thérapeutes ni patients ne sont en insu de l'intervention. Mais ce biais était prévu du fait de la nature de l'intervention pratiquée.

Le seul contrôle possible au niveau des aveugles aura lieu par l'utilisation d'un examinateur laissé en aveugle. C'est le cas dans 4 des 7 études sélectionnées. Les 3 restantes présentent donc un **biais de mesure**.

On a également des **biais de suivi** pour une étude et **d'attrition** pour deux autres études. En effet, dans ces articles, les patients n'ont pas tous suivi l'intervention à laquelle ils étaient assignés, et les études en question ont alors exclu ces patients de l'analyse.

Dans plusieurs études, les raisons d'exclusion ne sont pas précisées, on peut se demander quelles étaient ces raisons, il est possible que les patients concernés aient quitté l'étude en raison d'effets secondaires apparus pendant le traitement.

De plus, concernant le suivi de patient, une des études avait pour intervention un traitement à distance, on n'a donc aucune information sur le suivi correct de la rééducation par ces patients.

On a également un biais dû au **faible nombre** de patients inclus dans la majorité des études qui n'est donc pas forcément représentatif de la population générale des amputés.

On peut également avoir un **biais de confusion** dû à l'association entre la thérapie miroir et les effets engendrés alors qu'il peut y avoir un autre facteur non contrôlé qui intervient, ainsi que sur la **fiabilité des comparateurs** utilisés, qui sont différents d'une étude à l'autre.

Concernant l'intervention, il n'y a **pas de standard** sur le protocole de la thérapie miroir. De plus, l'effet de la thérapie miroir et les groupes ont parfois eu en plus des traitements médicamenteux qui ont pu fausser les résultats.

#### 4.4.2 Biais dû à l'évaluation des critères de jugement

Concernant la nature des douleurs étudiées, tout d'abord, aucun article n'a décrit l'utilisation de test pour s'assurer que les douleurs étudiées étaient bien des douleurs neuropathiques de membre fantôme et pas des douleurs nociceptives. Ils auraient pu utiliser le **test DN4** qui permet la confirmation d'une douleur neuropathique.

On peut voir un biais dans l'utilisation des **échelles d'auto évaluation**.

Selon la HAS, ces échelles sont adaptées uniquement pour faire des comparaisons dans l'intensité douloureuse d'**un même patient** :

*« les scores calculés à partir des échelles d'intensité ont une valeur descriptive pour un individu donné et permettent un suivi. Les scores ne permettent pas de faire des comparaisons interindividuelles ».* [41]

Ce sont des échelles **subjectives**, chaque patient a une vision de la douleur différente et donc une cotation différente. On a donc un **biais de perception** car les patients n'ont pas la même vision de l'intensité de la douleur.

On peut aussi s'interroger sur la **comparabilité** entre les différentes échelles. Ici, on a utilisé des EVA avec une cotation à 10 et d'autres avec une cotation à 100. Une des études présentait également une cotation avec une échelle NRS entre 0 et 10.

Il est également à préciser que ces échelles sont validées dans le suivi de l'intensité douloureuse, mais qu'elles *« n'apprécient donc pas les autres dimensions de la douleur »*[41].

Or la douleur est un caractère **multidimensionnel**, elle ne consiste pas uniquement dans son intensité, on peut également considérer sa durée et le nombre d'épisodes douloureux dans la journée. Ce critère n'a pas été pris en compte dans la revue.

Il existe également un certain nombre de patients pour qui l'utilisation de ces échelles est impossible.

Concernant le **MacGill Pain Questionnaire** (MPQ) Il n'y a pas de preuve de sa sensibilité au changement de la douleur.

Le **5-level EQ-5D** (5Q 5D 5L) en revanche est validé et conseillé par la HAS.[42]

Cependant, le critère de jugement de la qualité de vie était évalué en tant que **critère de jugement secondaire**, ce qui implique un risque de résultat surestimé.

On rencontre également un **biais de détection**. Il s'agit d'un biais rencontré dans toutes les études expérimentales. C'est la différence systématique intergroupe dans tous les résultats obtenus.

#### 4.4.3 Biais dû à la différence entre les articles

Les patients étudiés regroupent des personnes avec des amputations des membres supérieurs ou des membres inférieurs. On peut se demander si ces deux **populations sont comparables**. On peut également s'intéresser à l'effet du **temps** entre le moment de l'amputation et celui de l'intervention. La thérapie miroir n'a peut-être pas le même effet chez un patient amputé récemment ou depuis longtemps. On peut peut-être aussi avoir une différence dans l'évolution des douleurs fantômes en fonction de la **cause** de l'amputation (traumatique ou non).

On observe aussi des différences dans la mise en place des **protocoles** de thérapie miroir. Certaines études n'ont qu'une seule intervention par jour quand d'autres en ont deux dans la journée.

Concernant la **durée de traitement** à chaque séance, elle varie aussi fortement. De longues séances de 30/45 minutes jusqu'à des plus courtes de 5 minutes.

Dans l'étude de **Romkema et al.2018**, l'effet de la thérapie miroir a également été combinée à des techniques **d'imagerie motrice**.

Les **comparateurs** ont aussi été différents. 3 études ont utilisé un miroir couvert ou opacifié, les autres ont toutes eu des comparateurs différents.

De plus, dans une des études, l'effet de la thérapie miroir n'a été comparée qu'à une intervention avec un TENS, il est donc impossible d'isoler les effets des deux traitements. On ne peut que comparer la possible supériorité d'une technique par rapport à l'autre.

#### 4.4.4 Biais dû à la revue :

Ces biais sont évalués selon **l'échelle AMSTAR**, qui est une échelle de référence pour étudier la qualité méthodologique des revues systématiques.

Dans les biais recensés par cette échelle, on retrouve :

- *Le plan de recherche établi a priori est-il fourni ?*

Oui car le protocole suivi est indiqué ainsi que les objectifs de l'étude.

- *La sélection des études et l'extraction des données ont-ils été confiées à au moins deux personnes ?*

Non, une seule personne a mené la recherche et la sélection des études ainsi que l'extraction des données.

- *La recherche documentaire était-elle exhaustive ?*

Oui, la recherche a été faite sur la base de 4 bases de données : Pedro, Pubmed, Cochrane et Researchgate.

- *La nature de la publication était-elle un critère d'inclusion ?*

Oui, une sélection selon la langue de publication a été faite. En complément de la recherche sur les bases de données électroniques, une recherche dans la littérature grise (mémoire) a été faite.

- *Une liste des études (incluses et exclues) est-elle fournie ?*

Oui, la liste des études exclues après la sélection est indiquée avec les raisons d'exclusion. Une liste des études finalement incluses est également donnée.

- *Les caractéristiques des études incluses sont-elles indiquées ?*

Oui, les caractéristiques des 7 études incluses sont précisées dans un tableau.

- *La qualité scientifique des études incluses a-t-elle été évaluée et consignée ?*

Oui la qualité méthodologique des différentes études incluses a été évaluée par l'échelle PEDRO et présentée sous forme de tableau.

- *La qualité scientifique des études incluses a-t-elle été utilisée adéquatement dans la formulation des conclusions ?*

Oui, la qualité scientifique des études a été prise en compte.

- *Les méthodes utilisées pour combiner les résultats des études sont-elles appropriées ?*

Les articles étudiés utilisant des protocoles très différents les uns des autres, le regroupement n'est pas possible.

- *La probabilité d'un biais de publication a-t-elle été évaluée ?*

La probabilité d'un biais de publication n'a pas pu être évaluée en raison du faible nombre d'articles sélectionnés

- *Les conflits d'intérêts ont-ils été déclarés ?*

Aucun conflit d'intérêt n'a été déclaré dans la revue ni dans les différents articles étudiés.

On a probablement un **biais de publication** causé par le manque d'étude sur les effets secondaires rencontrés, l'évolution de la qualité de vie et l'intérêt éventuel de la thérapie miroir sur la motricité. En effet, les études avec des résultats significatifs ont plus de chance d'être publiées que les autres.

On a également un biais dû au **nombre d'études trop faible** : seulement 7 études finalement sélectionnées. Ce nombre insuffisant (moins de 10 études) empêche également d'estimer l'importance du biais de publication par l'utilisation d'un Funnel plot.

Je déclare n'avoir aucun conflit d'intérêt dans la mise en œuvre de cette revue.

#### **4.5 Les thérapies complémentaires**

Il peut également être intéressant de vérifier l'effet que peut avoir la thérapie miroir en association avec d'autres stratégies thérapeutiques complémentaires telle que l'utilisation de la **réalité virtuelle** dont les principes et modes de fonctionnement sont similaires. [43–46]

Il pourrait être intéressant de voir si ce genre de techniques permet un traitement plus efficace, en particulier chez les patients non réceptifs à la thérapie miroir seule, ou pour qui elle est impossible comme les amputés bilatéraux [47].

## 5 Conclusion

### 5.1 Implication pour la pratique clinique

Le but de cette revue de littérature est de définir le **rapport bénéfique/risque** de la thérapie miroir chez les patients amputés. Il s'agit en effet d'une technique de rééducation très **controversée** dans la pratique clinique.

Les bénéfices attendus lors de la rééducation au début de cette étude étaient :

- Une diminution au niveau de la douleur du membre fantôme,
- Une amélioration de la qualité de vie suite à la diminution de cette douleur
- Et une amélioration de la motricité pour l'usage des prothèses myoélectriques du membre supérieur.

Les risques de l'utilisation de la thérapie miroir sont :

- L'apparition ou l'aggravation d'une dépression
- Une augmentation de la douleur
- L'apparition de sensations de membre fantôme
- Des réactions émotionnelles inappropriées (pleurs, fou rire)
- Des réactions physiques comme la nausée et les sueurs.

A l'issue de cette étude, le faible nombre d'essais cliniques sélectionnés et leur nombre de sujets peu important ne permettent malheureusement pas de conclure à de véritables effets de cette pratique.

En effet, les résultats obtenus sont **peu fiables** du fait de leurs intervalles de confiance trop larges pour tirer des conclusions.

De plus, la **grande variété de protocoles** observés dans les études ne permet pas non plus une combinaison de leur résultats.

Je pense, pour ma part, qu'il s'agit d'une thérapeutique qui peut être **intéressante** en cas d'échec des autres traitements existants, mais qu'il faut rester très **attentif** aux réactions qu'elle peut entraîner chez les patients pour pouvoir l'interrompre si cela devait s'avérer nécessaire.

### 5.2 Implication pour la recherche

Cette revue de littérature permet de conclure que la thérapie miroir nécessite davantage de recherche.

En effet, il n'existe à priori pas de **protocole validé** concernant sa mise en œuvre du point de vue de la durée de traitement, du nombre de répétitions dans la journée et de la durée de chaque séance.

Il n'y a pas non plus d'indication sur une série de mouvements particulière ou si certains mouvements sont plus efficaces que d'autres.

Il manque également des études expérimentales de bon niveau de preuve. En effet, lors de l'exclusion des articles, on a pu voir beaucoup de séries de cas, dont les résultats sont peu exploitables du fait de l'absence de comparateur. Il y a aussi eu un certain nombre d'ECR donc la qualité méthodologique selon l'échelle PEDRO était faible.

On a donc **peu d'études** pour montrer l'effet de ce traitement, et celles existantes ont souvent **trop peu de patients** pour obtenir un résultat exploitable.

De plus, aucun essai clinique dans ceux sélectionnés n'a fourni de **données précises** sur les **effets délétères** observés. En terme d'intensité, de durée, s'ils étaient momentanés ou présents en permanence.

On peut donc conclure que cette revue permet de dénoncer le manque flagrant d'études expérimentales sur l'efficacité réelle de cette thérapie et l'absence d'information sur les effets indésirables qu'elle entraîne et dans quelles conditions ils surviennent (caractéristiques des patients concernés, à quel moment les troubles ont débutés).



## 6 Bibliographie

- [1] HÔPITAUX UNIVERSITAIRES GENÈVE. Chirurgie de l' amputation des membres inférieurs s. d.
- [2] Adepa. ADEPA 1999. <https://www.adepa.fr/>.
- [3] Edoly BARLA Manuela. L'Amputation Peut-Elle Être Un Choix Thérapeutique Dans Les Traumatismes Fracturaires Sévères Des Os Longs De Membre Inférieur ? 2015:88.
- [4] Loja MN, Sammann A, DuBose J, Li C-S, Liu Y, Savage S, et al. The Mangled Extremity Score and amputation: Time for a revision 2017:16. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001339>.
- [5] Zingg M, Nicodème JD, Uçkay I, Ray A, Suva D. Amputations du membre inférieur indications, bilan et complications. Rev Med Suisse 2014;10:2409-13.
- [6] Ooreka Santé. Amputation de la jambe s. d. <https://prothese.ooreka.fr/astuce/voir/656871/amputation-de-la-jambe>.
- [7] Curelli A, Antoine P. Douleur du membre fantôme : influence des facteurs psychologiques. J Thérapie Comport Cogn 2004;14:44. [https://doi.org/10.1016/s1155-1704\(04\)97653-7](https://doi.org/10.1016/s1155-1704(04)97653-7).
- [8] Buchanan DC, Mandel AR. Brief Report The Prevalence of Phantom Limb Experience in Amputees 1986;31:183-8.
- [9] Rouillet S, Nouette-gaulain K, Brochet B, Sztark F. Douleur du membre fantôme : de la physiopathologie à la prévention Phantom limb pain : From physiopathology to prevention 2009;28:460-72. <https://doi.org/10.1016/j.annfar.2009.03.012>.
- [10] Weeks SR, Anderson-barnes VC, Tsao JW. Phantom Limb Pain 2010;16:10. <https://doi.org/10.1097/NRL.0b013e3181edf128>.
- [11] Urits I, Seifert D, Seats A, Giacomazzi S, Kipp M, Orhurhu V, et al. Treatment Strategies and Effective Management of Phantom Limb – Associated Pain 2019:1-7.
- [12] Aternali A, Katz J. Recent advances in understanding and managing phantom limb pain 2019;8:1-11.
- [13] Othman R, Mani R, Krishnamurthy I, Othman R, Mani R, Krishnamurthy I. Non-pharmacological management of phantom limb pain in lower limb amputation : a systematic review. Phys Ther Rev 2017;3196:1-12. <https://doi.org/10.1080/10833196.2017.1412789>.
- [14] Ghoseiri K, Allami M, Soroush MR, Rastkhdiv MY. Assistive technologies for pain management in people with amputation: A literature review. Mil Med Res 2018;5:1-6. <https://doi.org/10.1186/s40779-018-0151-z>.
- [15] Batsford S, Ryan CG, Martin DJ. Non-pharmacological conservative therapy for phantom limb pain : A systematic review of randomized controlled trials. Physiother Theory Pract 2017;33:173-83. <https://doi.org/10.1080/09593985.2017.1288283>.
- [16] Demoss P, Ramsey LH, Karlson CW, Demoss P. Phantom Limb Pain in Pediatric Oncology 2018;9:4. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00219>.
- [17] Subedi B, Grossberg GT. Phantom Limb Pain : Mechanisms and Treatment Approaches 2011;2011. <https://doi.org/10.1155/2011/864605>.
- [18] Dickinson BD, Head CA, Gitlow S, Osbahr AJ. Re: Maldynia: Pathophysiology and Management of Neuropathic and Maladaptive Pain-A Report of the AMA Council on Science and Public Health. Pain Med 2011;19. <https://doi.org/10.1111/j.1526-4637.2011.01095.x>.
- [19] Kehlet H, Jensen TS, Woolf CJ. Persistent postsurgical pain: risk factors and prevention.

- Lancet 2006;367:1618-25. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)68700-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68700-X).
- [20] Anderson-barnes VC, Mcauliffe C, Swanberg KM, Tsao JW. Phantom limb pain – A phenomenon of proprioceptive memory? *Med Hypotheses* 2009;73:555-8. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2009.05.038>.
- [21] Flor H, Nikolajsen L, Jensen TS. Phantom limb pain: a case of maladaptive CNS plasticity? *2006;7:873-81*. <https://doi.org/10.1038/nrn1991>.
- [22] Therapie miroir.com s. d. <https://therapiemiroir.com/fondamentaux/>.
- [23] Davy Luneau. *La Thérapie Miroir Origines* 2015:17.
- [24] Wittkopf PG, Johnson MI. Mirror therapy: A potential intervention for pain management 2017;63:1000-5.
- [25] Berquin A, Leroy B, Mouraux D, Voodecker P. Des miroirs pour traiter la douleur, pourquoi? *Douleurs Eval - Diagnostic - Trait* 2015;16:124-30. <https://doi.org/10.1016/j.douler.2015.04.002>.
- [26] Diers M, Christmann C, Koeppel C, Ruf M, Flor H. Mirrored, imagined and executed movements differentially activate sensorimotor cortex in amputees with and without phantom limb pain. *Pain* 2010;149:296-304. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.02.020>.
- [27] Velez FGS, Pinto CB, Bailin ES, Münger M, Ellison A, Costa BT, et al. Real-time Video Projection in an MRI for Characterization of Neural Correlates Associated with Mirror Therapy for Phantom Limb Pain. *Physiol Behav* 2016;176:139-48. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.03.040>.
- [28] Foell J, Bekrater-Bodmann R, Diers M, Flor H. Mirror therapy for phantom limb pain: Brain changes and the role of body representation. *Eur J Pain (United Kingdom)* 2014;18:729-39. <https://doi.org/10.1002/j.1532-2149.2013.00433.x>.
- [29] Rothgangel AS, Braun SM, Beurskens AJ, Wadee RJS, Wade DT. The clinical aspects of mirror therapy in rehabilitation: a systematic review of the literature 2010:1-13. <https://doi.org/10.1097/MRR.0b013e3283441e98>.
- [30] Casale R, Damiani C, Rosati V. Mirror Therapy in the Rehabilitation of Lower-Limb Amputation: Are There Any Contraindications? s. d.:837-42. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e3181b74698>.
- [31] Hagenberg A, Carpenter C. Mirror Visual Feedback for Phantom Pain: International Experience on Modalities and Adverse Effects Discussed by an Expert Panel: A Delphi Study. *PM&R* 2014;6:708-15. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2014.01.005>.
- [32] Hunter JP, Katz J, Davis KD. The effect of tactile and visual sensory inputs on phantom limb awareness. *Brain* 2003;126:579-89. <https://doi.org/10.1093/brain/awg054>.
- [33] Finn SB, Perry BN, Clasing JE, Walters LS, Jarzombek SL, Curran S, et al. A randomized, controlled trial of mirror therapy for upper extremity phantom limb pain in male amputees. *Front Neurol* 2017;8:1-7. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00267>.
- [34] Brodie EE, Whyte A, Niven CA. Analgesia through the looking-glass? A randomized controlled trial investigating the effect of viewing a 'virtual' limb upon phantom limb pain, sensation and movement 2007;11:428-36. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2006.06.002>.
- [35] Ramadugu S, Nagabushnam SC, Katuwal N, Chatterjee K. Intervention for phantom limb pain: A randomized single crossover study of mirror therapy. *Indian J Psychiatry* 2017;21. [https://doi.org/10.4103/psychiatry.IndianJPsychiatry\\_259\\_16](https://doi.org/10.4103/psychiatry.IndianJPsychiatry_259_16).
- [36] Tilak M, Isaac SA, Fletcher J, Vasanthan LT, Subbaiah RS, Babu A, et al. Mirror Therapy and Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation for Management of Phantom Limb

- Pain in Amputees — A Single Blinded Randomized Controlled Trial 2016;21:109-15. <https://doi.org/10.1002/pri.1626>.
- [37] Ol HS, Heng Y Van, Danielsson L, Husum H. Mirror therapy for phantom limb and stump pain : a randomized controlled clinical trial in landmine amputees in Cambodia 2018:1-8.
- [38] Rothgangel A, Braun S, Winkens B, Beurskens A, Smeets R. Traditional and augmented reality mirror therapy for patients with chronic phantom limb pain ( PACT study ): results of a three-group , multicentre single-blind randomized controlled trial 2018. <https://doi.org/10.1177/0269215518785948>.
- [39] Romkema S, Bongers RM, Van Der Sluis CK. Influence of mirror therapy and motor imagery on intermanual transfer effects in upper-limb prosthesis training of healthy participants: A randomized pre-posttest study. PLoS One 2018;13:1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204839>.
- [40] HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ. Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique. Etat des lieux 2013:192.
- [41] Anaes. Évaluation Et Suivi De La Douleur Chronique Chez L ' Adulte En Médecine 1999:124.
- [42] HAS. Évaluation des technologies de santé à la HAS : place de la qualité de vie. Note Synthèse 2018:1-8.
- [43] Rutledge T, Velez D, Depp C, Mcquaid JR, Iii RCWJ, Atkinson JH, et al. A Virtual Reality Intervention for the Treatment of Phantom Limb Pain : Development and Feasibility Results 2019;0:1-9. <https://doi.org/10.1093/pm/pnz121>.
- [44] Perry BN, Armiger RS, Wolde M, McFarland KA, Alphonso AL, Monson BT, et al. Clinical trial of the virtual integration environment to treat phantom limb pain with upper extremity amputation. Front Neurol 2018;9:1-9. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00770>.
- [45] CHAU B, PHELAN I, TA P, HUMBERT S, HATA J, TRAN D. Immersive Virtual Reality Therapy with Myoelectric Control for Treatment-resistant Phantom Limb Pain : case report 2017;14:3-7.
- [46] Mercier C, Sirigu A. Training With Virtual Visual Feedback to Alleviate Phantom Limb Pain 2015:587-94.
- [47] Rothgangel A, Bekrater-bodmann R. Mirror therapy versus augmented / virtual reality applications : towards a tailored mechanism-based treatment for phantom limb pain 2019:9.
- [1,3–22,24–47]

## 7 Annexes

Annexe 1 : le Score MESS, prédictif du risque d'amputation

Si le score est supérieur à 6, l'amputation est conseillée

### Mangled Extremity Severity Score (MESS)

Tissue Injury	Characteristics	Details	Points
1	Low energy	Stab wound, simple closed #, small-caliber	1
2	Medium energy	Opened #, dislocate, moderate crush	2
3	High energy	Short gun, high velocity	3
4	Massive crush	Logging, rail road	4
<b>Shock</b>			
1	Normotension	BP stable	0
2	Hypotensive transient	BP unstable, SBP < 90 mmHg	1
3	Hypotension	In OR	2
<b>Ischemia</b>			
1	None	No signs of ischemia	0
2	Mild	Diminish pulse	1
3	Moderate	Paresthesia, diminish motor activity	2
4	Advanced	Pulseless	3
<b>Age</b>			
1	< 30 y		0
2	30 - 50 y		1
3	> 50 y		2

Annexe 2 : les études exclues selon les informations présentent dans l'abstract :

<b>Articles exclus</b>	<b>Raisons d'exclusions</b>
<b>Angarita2013</b>	Revue de littérature
<b>Anghelescu2016</b>	Etude rétrospective
<b>Barbin2016</b>	Revue de littérature
<b>Berquin2015</b>	Revue de littérature
<b>Bodmann2015</b>	Revue de littérature
<b>Bogdanov2012</b>	ECR sur l'intensité de l'activation du cortex par le miroir, pas de résultats en lien avec les critères de jugement sélectionnés
<b>Butler2017</b>	Revue de littérature
<b>Campo-Prieto2018</b>	Revue de littérature
<b>Casale2009</b>	Etude rétrospective
<b>Clerici2012</b>	Cas clinique
<b>Darnall2005</b>	Revue de littérature
<b>Darnall2008</b>	Cas clinique
<b>DeMoss2018</b>	Revue de littérature
<b>Diers2010</b>	ECR sur les différentes zones du cortex activées par le miroir, pas de résultats en lien avec les critères de jugement sélectionnés
<b>Ehde2000</b>	Revue de littérature
<b>Fogassi2012</b>	Revue de littérature
<b>Gilmore1994</b>	Revue de littérature
<b>Hagenberg2014</b>	Etude rétrospective
<b>Hanling2010</b>	Série de cas : pas de groupe comparateur
<b>Kim2012</b>	Cas clinique
<b>MACLACHLAN2004</b>	Cas clinique
<b>MARTEAU2011</b>	Revue de littérature
<b>McCabe2011</b>	Revue de littérature
<b>Moseley2008</b>	Revue de littérature
<b>Moura2012</b>	Revue de littérature
<b>Ramachandran2009</b>	Cas clinique
<b>Rouillet2009</b>	Revue de littérature
<b>Rothgangel2015</b>	Revue de littérature
<b>Rothgangel et al.2019</b>	ECR sur l'acceptabilité de la thérapie miroir en télétraitement, sans évaluation des critères de jugement sélectionnés
<b>schwarzer2009</b>	Revue de littérature
<b>Subedi2011</b>	Revue de littérature
<b>Urits2019</b>	Revue de littérature
<b>Velez2019</b>	Revue de littérature
<b>Velez2020</b>	Cas clinique
<b>Weeks2010</b>	Revue de littérature
<b>Wilcher2011</b>	Cas clinique
<b>Wittkopf2017</b>	Revue de littérature
<b>Wosnitzka2014</b>	Cas clinique + allemand
<b>Yun2019</b>	ECR sans patients amputés

Annexe 3 : les études exclues après lecture en texte intégral :

<b>Articles exclus</b>	<b>Raisons d'exclusions</b>
<b>Brodie et al.2003</b>	ECR dont le score PEDRO est insuffisant : 4/10
<b>Chan et al.2019</b>	ECR dont le score PEDRO est insuffisant : 2/10
<b>Darnall et al.2011</b>	Etude sans groupe contrôle
<b>Foell et al.2013</b>	Etude sans groupe contrôle
<b>Freysteinson et al.2017</b>	Etude sans groupe contrôle
<b>García et al.2012</b>	Série de cas
<b>Houston et al.2015</b>	Etude sans groupe contrôle
<b>Imaizumi et al.2017</b>	Etude sans groupe contrôle
<b>Kawashima et al.2013</b>	Etude sans groupe contrôle
<b>KÜLÜNKOĞLU et al.2019</b>	ECR dont les résultats sont reportés sous forme de médiane mais aucune valeur de moyenne = non exploitable
<b>Limakatso et al.2019</b>	ECR dont les résultats sont reportés sous forme de médiane mais aucune valeur de moyenne = non exploitable
<b>MacIver et al.2008</b>	Etude sans groupe contrôle
<b>Moseley.2006</b>	ECR dont les résultats sont donnés sous forme de graphique non exploitable ou mélangé à l'effet dans d'autres populations que celle étudiée des amputés.
<b>Preißler et al.2013</b>	Etude sans groupe contrôle
<b>Ramachandran.1996</b>	ECR dont le score PEDRO est insuffisant : 2/10
<b>Schmalzl et al.2012</b>	Etude sans groupe contrôle
<b>Seidel et al.2011</b>	Etude sans groupe contrôle
<b>Sumitani et al.2008</b>	Etude sans groupe contrôle
<b>YILDIRIM et al.2016</b>	Etude sans groupe contrôle

Annexe 4 : Questionnaire DN4

## QUESTIONNAIRE DN4 : un outil simple pour rechercher les douleurs neuropathiques

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

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

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

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

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

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

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

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

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

OUI = 1 point

NON = 0 point

**Score du Patient : / 10**

### MODE D'EMPLOI

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

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

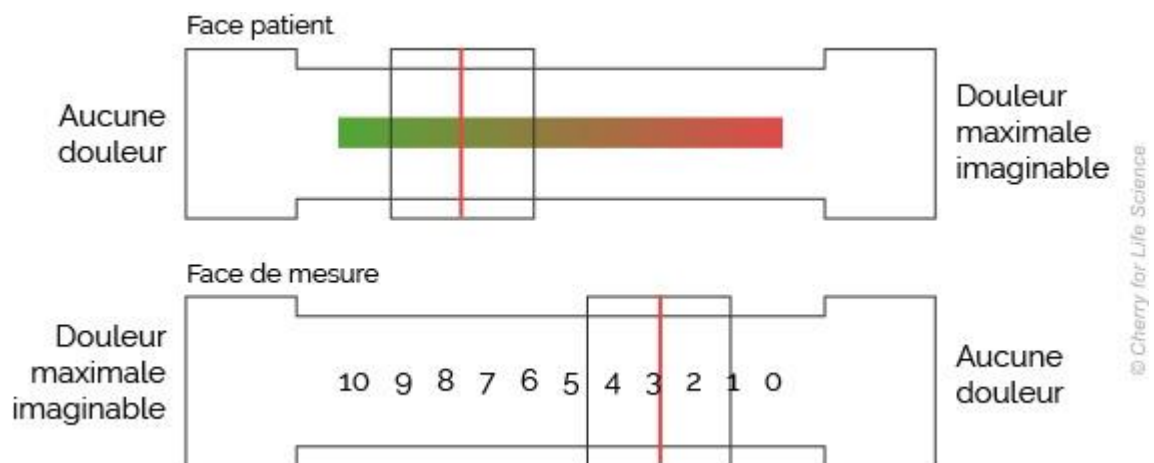
- ✓ Le praticien interroge lui-même le patient et remplit le questionnaire
- ✓ A chaque item, il doit apporter une réponse « oui » ou « non »
- ✓ A la fin du questionnaire, le praticien comptabilise les réponses, 1 pour chaque « oui » et 0 pour chaque « non »
- ✓ La somme obtenue donne le Score du Patient,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

Si le Score du Patient est égal ou supérieur à 4/10, le test est positif

(sensibilité à 82,9% ; spécificité à 89,9%)

D'après Bouhassira D, Attal N, Alchaar H, Boureau F, Brochet B, Bruxelle J, Cunin G, Fermanian J, Ginies P, Grun-Overdyking A, Jafari-Schluep H, Lantéri-Minet M, Laurent B, Mick G, Serrie A, Valade D, Vicaut E. Comparison of pain syndromes associated with nervous or somatic lesions and development of a new neuropathic pain diagnostic questionnaire (DN4). Pain 2005 ; 114 :29-36

Annexe 5 : Echelle EVA de 0 à 10



Annexe 6 : Echelle NRS des 0 à 10





Annexe 7 : Questionnaire MPQ

**MCGILL PAIN QUESTIONNAIRE**

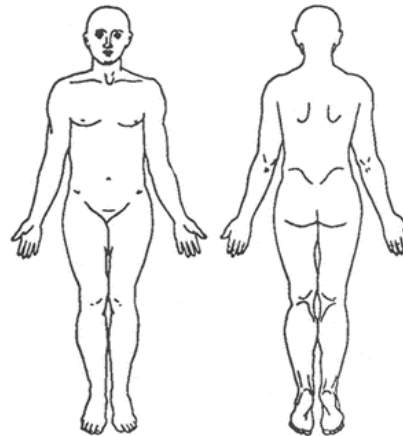
RONALD MELZACK

Patient's Name \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_ Time \_\_\_\_\_ am/pm

PRI: S \_\_\_\_\_ A \_\_\_\_\_ E \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_ PRI(T) \_\_\_\_\_ PPI \_\_\_\_\_  
 (1-10) (11-15) (16) (17-20) (1-20)

1 FLICKERING QUIVERING PULSING THROBBING BEATING POUNDING	11 TIRING EXHAUSTING
2 JUMPING FLASHING SHOOTING	12 SICKENING SUFFOCATING
3 PRICKING BORING DRILLING STABBING LANCINATING	13 FEARFUL FRIGHTFUL TERRIFYING
4 SHARP CUTTING LACERATING	14 PUNISHING GRUELLING CRUEL VICIOUS KILLING
5 PINCHING PRESSING GNAWING CRAMPING CRUSHING	15 WRETCHED BLINDING
6 TUGGING PULLING WRENCHING	16 ANNOYING TROUBLESOME MISERABLE INTENSE UNBEARABLE
7 HOT BURNING SCALDING SEARING	17 SPREADING RADIATING PENETRATING PIERCING
8 TINGLING ITCHY SMARTING STINGING	18 TIGHT NUMB DRAWING SQUEEZING TEARING
9 DULL SORE HURTING ACHING HEAVY	19 COOL COLD FREEZING
10 TENDER TAUT RASping SPLITTING	20 NAGGING NAUSEATING AGONIZING DREADFUL TORTURING
	PPI
	0 NO PAIN
	1 MILD
	2 DISCOMFORTING
	3 DISTRESSING
	4 HORRIBLE
	5 EXCRUCIATING

BRIEF _____	RHYTHMIC _____	CONTINUOUS _____
MOMENTARY _____	PERIODIC _____	STEADY _____
TRANSIENT _____	INTERMITTENT _____	CONSTANT _____



E = EXTERNAL  
I = INTERNAL

COMMENTS:

© R. MELZACK, 1975

Annexe 8 : Questionnaire 5Q 5D 5L :

Under each heading, please tick the ONE box that best describes your health

**MOBILITY**

- I have no problems in walking about
- I have slight problems in walking about
- I have moderate problems in walking about
- I have severe problems in walking about
- I am unable to walk about

**SELF-CARE**

- I have no problems washing or dressing myself
- I have slight problems washing or dressing myself
- I have moderate problems washing or dressing myself
- I have severe problems washing or dressing myself
- I am unable to wash or dress myself

**USUAL ACTIVITIES** (e.g. work, study, housework, family or leisure activities)

- I have no problems doing my usual activities
- I have slight problems doing my usual activities
- I have moderate problems doing my usual activities
- I have severe problems doing my usual activities
- I am unable to do my usual activities

**PAIN / DISCOMFORT**

- I have no pain or discomfort
- I have slight pain or discomfort
- I have moderate pain or discomfort
- I have severe pain or discomfort
- I have extreme pain or discomfort

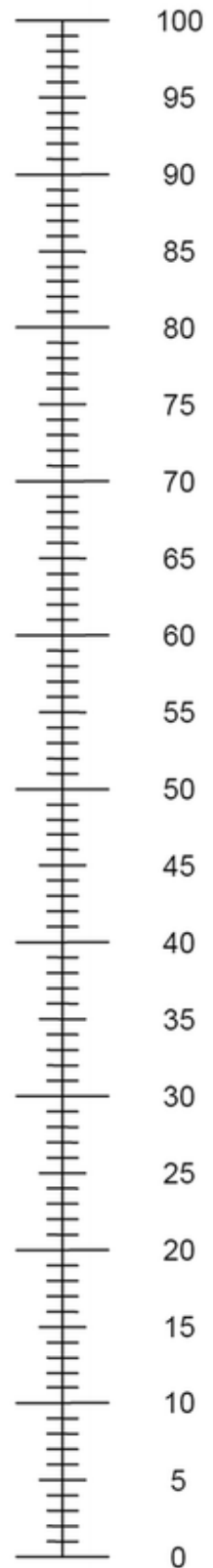
**ANXIETY / DEPRESSION**

- I am not anxious or depressed
- I am slightly anxious or depressed
- I am moderately anxious or depressed
- I am severely anxious or depressed
- I am extremely anxious or depressed

- We would like to know how good or bad your health is TODAY.
- This scale is numbered from 0 to 100.
- 100 means the best health you can imagine.  
0 means the worst health you can imagine.
- Mark an X on the scale to indicate how your health is TODAY.
- Now, please write the number you marked on the scale in the box below.

YOUR HEALTH TODAY =

The best health  
you can imagine



The worst health  
you can imagine

## **Abstract :**

Introduction : la thérapie miroir est une thérapeutique fréquemment utilisée dans la rééducation des patients ayant subis une amputation. Elle a pour principale indication l'apaisement des douleurs fantômes ressenties chez 60% de ces patients. Cependant, c'est une thérapeutique très controversée et sujette à des effets secondaires nombreux et variés.

Objectif : le but de cette revue de littérature est de définir les réels effets de la thérapie miroir chez les patients amputés et de donner un rapport bénéfice/risque fiable

Méthodologie : pour ce faire, j'ai procédé à une sélection des études expérimentales qui pouvaient m'aider à répondre à cette question. Les études sélectionnés ainsi devaient être des essais cliniques randomisés avec un score PEDRO d'au moins 6/10. Les résultats obtenus lors de ces études seront donc analysés en calculant la taille d'effet du traitement et son intervalle de confiance. Les critères de jugement étudiés sont les douleurs fantômes ressenties par les patients, leur qualité de vie, la fonction motrice pour les amputés du membre supérieur utilisant une prothèse myoélectrique, et enfin, les effets secondaires recensés.

Résultats : 7 études ont été sélectionnées, les effets obtenus restent incertains en raison des intervalles de confiance trop larges ou de leurs bornes proches d'une absence d'effet. On a donc un résultat obtenu peu fiable de la thérapie miroir chez les amputés.

Discussion : dans les études sélectionnées, on a souvent un faible nombre de patients qui ne permet pas de représenter la population générale des patients amputés. Les protocoles sont très variés et les études sont donc peu comparables. Pour finir, on peut aussi parler du manque d'étude sur cette thérapeutique et surtout sur ses effets secondaires.

Introduction: Mirror therapy is frequently used for the rehabilitation of patients with amputations. Its main indication is to alleviate phantom limb pain, experienced by 60% of amputees patients. However, it's a largely controversial therapy which causes many and varied side effects.

Objective: The aim of this systematic review is to define the real effects of mirror therapy to amputees patients and to give a benefit/risk balance.

Methodology: In order to do this, I selected experimental studies that could answer to this question. The selected studies have to be random controlled trials with a PEDRO score of at least 6/10. The obtained results from these studies will be analysed by calculating the effect size of the treatment and its confidence interval. The studied outcome measures are the phantom limb pain experienced by patients, their quality of life, the motor function for upper limb amputees using a myoelectric prosthesis, and finally, the identified side effects.

Results: 7 studies were selected, the obtained effects remains uncertain due to too large confidence intervals or at the bounds close to an absence of effect. So we have an unreliable result of mirror therapy in amputees.

Discussion: In selected studies, there is often a small number of patients who do not represent the general population of amputees. The protocols are very varied and the studies are therefore not comparable. In conclusion, we can also talk about the lack of study on this therapy and especially about these side effects.

Mots clefs : amputation, thérapie miroir, douleur, fonction, effets secondaires