



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

*INSTITUT REGIONAL de FORMATION aux METIERS de la
REEDUCATION et*

READAPTATION des PAYS de la LOIRE

54, rue de la Baugerie

44230 SAINT- SEBASTIEN SUR LOIRE

La thérapie miroir, un moyen de lutte contre la douleur dans le SDRC et l'algothallucinoſe

Jessica MARTEAU

Année scolaire 2010/2011

Région Pays de la Loire

Remerciements

Merci à :

- Marion, Raymond et Christine, Vincent et Dimitri, et ceux qui m'ont aidée à Bruxelles
- François, Felix, ma mère, M. Portero pour les relectures et encouragements
- Mathieu pour son travail et son esprit critique
- Mickaël, M. W. et sa femme pour leurs participation et gentillesse

« Les miroirs réfléchissent trop.

Ils renversent prétentieusement les images et se croient profonds »

Jean Cocteau

Résumé

Ce mémoire présente la physiopathologie de la douleur fantôme et du Syndrome Douloureux Régional Complexe (SDRC), afin de comprendre l'utilisation de la thérapie miroir dans ces deux cas. S'ensuit une description de cette « thérapie », une présentation des hypothèses quant aux mécanismes impliqués, et les résultats obtenus dans les études récentes. L'utilité de la thérapie miroir dans un service post-amputation est discutée. Puis le Programme d'Imagerie Motrice, alliant imagerie motrice et thérapie miroir, est appliqué sur un cas clinique de SDRC. En conclusion sont abordées les questions qui peuvent se poser au thérapeute et la place de cette technique en kinésithérapie.

Mots clés :

- thérapie miroir
- imagerie motrice
- algohallucinoïse
- SDRC 1

Sommaire

1	Introduction	1
2	Notions de physiopathologie	2
2.1	La notion de douleur	2
2.2	Algohallucinoze ou douleur fantôme.....	2
2.3	Syndrome Douloureux Régional Complexe	5
2.4	Douleurs dites neuropathiques et rôle du système nerveux central	6
2.4.1	Douleurs neuropathiques.....	7
2.4.2	Schéma corporel et réorganisation de la carte corticale.....	7
2.5	Intention motrice et feedback sensoriel	9
2.5.1	Intégration du mouvement volontaire	9
2.5.2	Hypothèse de la discordance comme source de douleur	10
3	La thérapie miroir.....	12
3.1	Terminologie.....	12
3.2	Théories sur les mécanismes impliqués lors de la thérapie miroir	13
3.2.1	Mise en jeu des neurones miroirs et efficacité de l'illusion	13
3.2.2	Action sur la douleur.....	15
3.3	Quelle efficacité ?.....	17
3.3.1	Douleur Fantôme	17
3.3.2	SDRC :.....	18
3.3.3	Le Programme d'Imagerie Motrice (GMI)	18
4	Applications	20
4.1	Comment fabriquer l'outil et quel protocole utiliser?	20
4.2	Utilité chez les amputés	22
4.3	Cas clinique de M.W : mise en place de la GMI.....	24
4.3.1	Bilan initial.....	24
4.3.2	Traitement	25
4.3.3	Evolution.....	27
5	Discussion.....	28
6	Conclusion.....	30

1 Introduction

« La douleur est la moins bien comprise des expériences sensorielles » écrit le Professeur V.S. Ramachandran [1]. Elle est l'ennemi des patients et le combat des soignants. « Principe infra-douloureux », « objectif antalgique », elle est au centre de nos préoccupations. Moins on la comprend, plus il semble difficile d'avoir une action sur celle-ci. La douleur fantôme et le Syndrome Douloureux Régional Complexe (SDRC) ont intéressé et intéressent encore bon nombre de soignants et chercheurs. Ces syndromes sont teintés de croyances et de folklore. Comment une douleur peut-elle persister dans une partie du corps qui n'existe plus ? D'où viennent tous les symptômes du SDRC, dont la clinique varie d'un individu à l'autre, et qui apparaissent parfois sans cause anatomique précise ? De nombreuses explications ont été données, mais sans consensus. Face à ces syndromes, le soignant peut se trouver démuni. Les possibilités thérapeutiques sont variées, et leur évaluation difficile.

C'est en entendant parler d'une de ces possibilités, la thérapie miroir, que les questions sont apparues. Le miroir, lui-aussi, fascine. Sa symbolique est très forte dans de nombreuses cultures. On le retrouve dans la mythologie, la poésie, les contes, les superstitions... Mais au-delà des croyances, et dans une profession qui nécessite aujourd'hui des pratiques validées, que savons-nous réellement de la thérapie-miroir ? Elle cherche à créer l'illusion d'un membre (droit par exemple) à partir du reflet du membre opposé (gauche), en positionnant un miroir vertical médialement. Cet outil est utilisé dans différentes pathologies, nous nous concentrerons ici sur son action sur la douleur dans le SDRC et l'algothallucinoïse. Pourquoi l'utiliser dans ces deux cas de figure ? Son efficacité a-t-elle été prouvée ? Comment agit-il ? A-t-il son intérêt en kinésithérapie ? Difficile, étant donné le peu de recul, de trancher. Ce travail tente de réunir les informations tirées de recherches bibliographiques, autour d'une réflexion personnelle sur le sujet.

Voici un bref rappel des différents types d'études. Le « *Case Report* » est un rapport de cas cliniques, son niveau de preuve est faible (IV). La « *Comparative Study* », étude comparative, compare le traitement avec un autre, montrant ainsi la supériorité de l'un sur l'autre. Le « *Randomized Controlled Trial* », étude randomisée contrôlée a un niveau de preuve plus élevé (I ou II), le nombre de sujets est plus élevé, le protocole scientifique précis. La « *Review* » ou revue de littérature reprend toutes les études déjà réalisées sur un sujet, et les analyse.

Pour l'expression « Thérapie Miroir » on utilisera l'abréviation TM.

2 Notions de physiopathologie

En apparence algohallucinoïse et SDRC sont deux syndromes bien différents, et pourtant ils peuvent être traités par une même technique, la thérapie miroir. Comment se définissent-ils, quels en sont les mécanismes, et quels liens les rapprochent?

2.1 La notion de douleur

La douleur est définie comme « Expérience subjective sensorielle et émotionnelle désagréable, associée à un dommage tissulaire présent ou potentiel ou décrit en termes d'un tel dommage » d'après l'IASP (*International Association for the Study of Pain*). C'est une notion complexe prenant en compte plusieurs versants : nociceptif, sensori-discriminatif, émotivo-affectif et cognitivo-comportemental.

La douleur peut-être générée à par différentes sources : douleur par excès de nociception (stimulation des récepteurs périphériques), neuropathique (par dysfonction du système nerveux périphérique ou central), fonctionnelle ou encore psychogène. Le message est ensuite transmis et intégré, produisant une expérience subjective, et des comportements individuels en découlant. Des systèmes de contrôle de la douleur, aux niveaux médullaire et central, permettent de hiérarchiser les informations douloureuses.

La douleur se présente sous deux aspects très différents : elle peut être aiguë ou chronique, dans le premier cas la douleur a une fonction de protection, dans le deuxième cas elle devient une menace pour l'organisme. En se chronicisant elle s'auto-entretient, et peut avoir un retentissement fonctionnel très néfaste pour le patient. Sa prise en charge est pluridisciplinaire : médicamenteuse, psychologique et physique. Le traitement du Masseuse-Kinésithérapeute se place dans cette dernière catégorie. Parmi les différents types de douleurs, algohallucinoïse et SDRC ont une place particulière. La connaissance de ces syndromes, et autant que possible la compréhension des mécanismes sous-jacents, aideront le thérapeute à les traiter [2].

2.2 Algohallucinoïse ou douleur fantôme

Sur le plan clinique, on distingue trois grands phénomènes chez l'amputé :

- « douleurs du moignon », se situant sur la partie du membre encore présente

- « sensations du membre fantôme », ou hallucinose, c'est-à-dire la perception de la partie amputée comme étant toujours présente, et les diverses manifestations non douloureuses qui lui sont associées
- « douleur fantôme » ou algohallucinose, sensations douloureuses perçues dans le membre fantôme [3]

La distinction n'est pas toujours facile, car ces phénomènes peuvent être associés, voire s'influencer. D'autre part la notion de douleur et sa subjectivité rentrent en jeu pour différencier hallucinose et algohallucinose. Par exemple une démangeaison ne sera pas toujours décrite comme douloureuse : la frontière reste floue [4].

L'hallucinose apparaît dans plus de 90% des cas après l'amputation, et persisterait plusieurs années chez 30% des patients. Malgré l'absence du membre, et donc l'absence d'influx sensoriels provenant de cette partie du corps, l'impression d'avoir ce membre persiste. Des informations sur l'existence de cette zone continuent d'être intégrées après amputation, créant l'illusion du « membre fantôme ». Celui-ci peut avoir les mêmes caractéristiques qu'avant, ou bien être déformé, ou figé dans une position. De nombreuses sensations fantômes peuvent être associées : tactiles, thermiques ou plus complexes comme « de l'eau qui coule sur la peau » par exemple [1].

L'algohallucinose affecte plus de 70% des personnes amputées en période postopératoire, avec une persistance chez la moitié d'entre eux par la suite [4]. C'est un syndrome algique complexe se manifestant plus au niveau distal et de plusieurs manières : brûlures, dysesthésies, crampes, courbatures, et décharges électriques sont le plus souvent décrites. Ces douleurs sont rarement constantes survenant sous forme de fond douloureux avec paroxysmes spontanés ou provoqués, à fréquence très variable. Les douleurs peuvent être intenses et avoir un retentissement fonctionnel majeur [3].

Comment expliquer cette algohallucinose? Les douleurs fantômes sont plus fréquentes après l'amputation d'un membre qui était le siège d'une douleur chronique, impliquant le mécanisme de douleur-mémoire [5]. Si la douleur est présente juste avant l'intervention, le risque de développer une douleur fantôme est plus élevé. L'anesthésie locale avant amputation est donc pratique courante [4]. Cependant cela ne suffit pas à expliquer cette douleur, car à 6 mois de l'amputation la similitude entre douleur pré-amputation et post-amputation n'est observée que

chez 10% des patients [3]. Le problème a été abordé de deux façons différentes, on a proposé une cause périphérique et une cause centrale.

Les théories dites périphériques ont pour support les muscles résiduels, les vaisseaux sanguins ou les nerfs distaux du moignon qui enverraient toujours des informations aux zones corticales correspondant à la partie amputée. Les nerfs qui innervaient jadis cette partie constituent un amas cicatriciel appelé « névrome », qui si irrité, renvoie des influx nerveux au cerveau qui est alors induit en erreur sur la présence du membre amputé. Cependant cette seule explication ne suffit pas à comprendre la complexité du problème. Les douleurs ne sont pas forcément corrélées à des changements physiologiques du moignon, et les résultats des traitements périphériques (névrotomie, radicotomie, biofeedback des tensions musculaires) sont aléatoires [4].

A l'opposé, d'autres auteurs comme Ramachandran, soutiennent la théorie centrale [1]. Après amputation, une réorganisation corticale se produit : les zones corticales consacrées anciennement à la partie amputée s'organisent vers d'autres zones. C'est la plasticité cérébrale. Pour la main par exemple, le processus se fait en faveur des zones du visage, du bras ipsilatéral et de la main contro-latérale; pour les pieds, en faveur de la zone des parties génitales. Comme le montre l'homunculus de Penfield, la zone de représentation de la main se trouve au-dessus de celle du visage et sous celle de l'épaule au niveau du cortex somesthésique, celles des parties génitales elles, sont juste sous les pieds. Ainsi des sensations référées ont été mises en évidence : par exemple la stimulation tactile de la lèvre crée des sensations dans la main fantôme. Cette réorganisation des cartes somatotopiques a pu être mise en évidence par des études d'imagerie fonctionnelle récentes. Ses manifestations cliniques incluent les sensations fantômes et les douleurs fantômes, mais la corrélation entre intensité de la douleur et importance de la réorganisation fait pencher en faveur de la place importante des processus centraux dans l'algohallucinoïse [1, 3, 6].

D'autres auteurs évoquent la sphère psychologique, mais plus comme facteur influençant l'évolution ou bien la sévérité du symptôme, qu'en tant que cause première. Aujourd'hui on s'accorde pour dire que les douleurs fantômes sont déterminées par des facteurs centraux et périphériques, en sachant que le rôle respectif des deux facteurs varie en fonction des patients, et qu'ils interagissent entre eux [4, 5].

2.3 Syndrome Douloureux Régional Complexe

L'incidence de ce syndrome est inconnue, car son étude dépend directement de la définition et des critères diagnostiques utilisés. Après plusieurs dénominations, l'IASP a opté pour celle de SDRC (*Complexe Regional Pain Syndrome* ou *CRPS* en anglais). Il décrit « une variété de situations douloureuses survenant habituellement après un traumatisme, dans une région du corps, avec une prédominance distale, avec un excès en magnitude et en durée par rapport au traumatisme initial, aboutissant à une gêne motrice et une progression variable dans le temps ». Le terme « Syndrome » indique que les signes et symptômes sont une série d'évènements liés mais distincts. « Douloureux » car la douleur est essentielle au diagnostic de SDRC. « Régional » reflète le fait que dans la plupart des cas les symptômes sont localisés à une partie du corps et peuvent s'étendre au-delà de la région initiale. « Complexe » désigne les tableaux cliniques variés observés chez une même personne ainsi que l'association de signes d'inflammation, de dysfonction du système végétatif, de modifications cutanées, sensitives et motrices [7]. Les signes peuvent être regroupés en trois désordres [8]

- la perturbation de la sensibilité (perception de la douleur et troubles sensitifs) : douleur disproportionnée à la lésion, hyperesthésie, picotements
- des troubles vasomoteurs : changement de couleur, augmentation locale de la température, œdème, hypersudation, changement trophique (poils, peau, ongles)
- la dysfonction motrice : faiblesse, tremblements, dystonie

Tous les signes ne sont pas forcément présents. L'imagerie peut aider à la clinique : on observe une hyperfixation à la scintigraphie et une raréfaction osseuse à la radiographie. On distingue deux phases. La première est la phase chaude: la région est hypervascularisée, douloureuse. La deuxième phase est dite froide, à l'inverse la circulation est inhibée et alors que la douleur diminue pour disparaître, la raideur articulaire s'installe. Le syndrome peut durer des mois voire des années, pour régresser spontanément, mais pouvant laisser des séquelles importantes. La principale conséquence du SDRC, en plus de la douleur, est l'incapacité fonctionnelle. Le membre n'est plus utilisé, car le mouvement provoque la douleur, et le cercle vicieux de l'exclusion de la région s'installe.

Deux classes de SDRC sont différenciées: le SDRC de type 1, anciennement algoneurodystrophie, car les signes végétatifs sont caractéristiques. Il est souvent déclenché après un évènement favorisant. Le SDRC de type 2, anciennement causalgie, se différencie par l'existence d'une lésion nerveuse à l'origine de la douleur.

La physiopathologie reste encore méconnue. Plusieurs hypothèses tentent d'expliquer le phénomène [7].

- rôle des lésions nerveuses : le SDRC de type 2 est clairement dû à une lésion nerveuse, mais cette cause n'est pas totalement écartée pour les SDRC de type 1, où des lésions neurologiques périphériques minimes seraient le déclencheur du syndrome.

- mécanisme inflammatoire : il s'agit d'une pseudo-inflammation, qui serait de type neurogène (suite à la stimulation des fibres nerveuses).

- rôle du système sympathique : l'augmentation de l'activité sympathique locale en réponse à l'hyperactivité afférente de la zone endommagée, serait responsable de la symptomatologie observée (douleur, rougeur, chaleur, œdème). Cette origine a longtemps été évoquée comme explication première des SDRC. Mais récemment, les études penchent plutôt en faveur d'une implication indirecte du système sympathique, sous dépendance d'une sensibilisation adrénergique.

- anomalie du système central : l'hyperactivité de la zone concernée serait d'origine centrale, avec perturbation des systèmes intégrateurs sensori-moteurs et du contrôle de la douleur.

Le facteur psychologique est aussi évoqué : certains patients « fragiles » ou ayant subi un traumatisme d'ordre psychologique seraient plus sensibles au SDRC. Cependant les avis divergent fortement sur ce point de vue.

S'il n'est pas possible de définir « une cause » au SDRC aujourd'hui, ni de mettre de côté un de ces systèmes, la tendance est à considérer ce syndrome comme l'association de mécanismes périphériques et centraux, et de s'intéresser à la façon dont ils interagissent entre eux [9].

2.4 Douleurs dites neuropathiques et rôle du système nerveux central

Quel serait le lien entre la douleur fantôme et le SDRC pour mettre en place la même technique ? L'action de la TM se fait via des processus corticaux, puisqu'elle est basée sur la vision. On a vu précédemment que pour les deux syndromes, les scientifiques penchent de plus en plus pour la mise en jeu de processus d'origine centrale dans l'apparition de la douleur. C'est ce point commun qui permet de justifier l'application de cette technique.

2.4.1 Douleurs neuropathiques

Tout d'abord, même si cela ne fait pas consensus, ces douleurs peuvent être définies comme « neuropathiques ». Les douleurs neuropathiques regroupent l'ensemble des douleurs liées à une lésion ou un dysfonctionnement du système nerveux, périphérique ou central. Elles ont en commun un ensemble de signes qui permet de les distinguer des autres types de douleurs chroniques. Leur symptomatologie est riche, le diagnostic est clinique, et peut se faire grâce au questionnaire DN4, où l'on retrouve des signes tels que brûlures, sensations thermiques, décharges électriques, paresthésies, hypoesthésie, allodynie. Les douleurs fantômes, malgré les discussions sur leur origine, sont très souvent classées comme douleurs neuropathiques. Les SDRC de type 2 sont par définition des douleurs neuropathiques, puisqu'il y a lésion nerveuse. Par contre les SDRC de type 1 font controverse. Des travaux récents ont mis en avant les convergences possibles entre ce syndrome et les douleurs neuropathiques. Des arguments cliniques sont en faveur de ce point de vue :

- le type de douleur : brûlures, décharges électriques, picotements, localisation superficielle ou profonde ;
- les troubles de la perception de la douleur : allodynie et hyperalgie (par exemple provoquées par le froid/chaud) ;
- les troubles sensitifs ;
- le dysfonctionnement moteur (faiblesse, tremblement...)

Ainsi les SDRC de type 1 sont également bien souvent classés dans les douleurs neuropathiques. Cependant les études utilisant le DN4 sont manquantes pour pouvoir le certifier [3, 7].

2.4.2 Schéma corporel et réorganisation de la carte corticale

Comme abordé précédemment, dans les deux cas le dysfonctionnement neurologique est considéré par certains au niveau périphérique et par d'autres au niveau central. L'ensemble des données récentes s'orientent vers la prédominance des remaniements centraux [3].

Pour chacun, on trouve un système inversé au mécanisme habituel de la douleur : la partie douloureuse devrait être accentuée, et pourtant on assiste à un phénomène de négligence. Le schéma corporel se trouve perturbé dans les deux syndromes [9, 10]. Le schéma corporel correspond aux caractéristiques spatiales du corps, il résulte des sensibilités extéroceptives, proprioceptives et des cartes corticales. Si les aires pariétales ont une place privilégiée dans

l'élaboration de l'image du corps, on ne peut pas la localiser précisément dans le cerveau, car il s'agit d'un ensemble dynamique [4].

Comme nous l'avons vu chez l'amputé, la partie du schéma corporel correspondant au membre fantôme est perturbée : le membre peut être déformé, fixé, et l'imagerie motrice (le fait de pouvoir imaginer le membre se mouvoir) est rendue plus difficile [9,10]. Les zones corticales motrice et somatosensitive qui correspondaient au membre se réorganisent au service d'autres zones [6, 11]. Cette réorganisation a lieu dans les deux sens : si le patient ayant une douleur fantôme pince les lèvres : la zone motrice et sensitive de la main s'active, s'il imagine bouger la main fantôme : la zone de la lèvre s'active. L'aire somesthésique primaire (S1) et l'aire motrice primaire (M1) perdent leur spécificité et s'activent lors d'autres actions. Deux mécanismes interviendraient : le bourgeonnement de nouvelles fibres nerveuses et l'expression de synapses auparavant « silencieuses » [1]. Cette réorganisation ne touche pas forcément les mêmes fonctions selon les patients, par exemple elle n'a pas lieu pour la sensibilité thermo-algique chez certains ; ce qui met en évidence une inégalité des patients amputés dans ce domaine, et son caractère pathologique [12].

Pour le SDRC, bien que le membre soit encore présent, le syndrome de non-utilisation acquise se met en place : moins le membre est utilisé, plus il est exclu du schéma corporel, et donc moins il sera utilisé par la suite. On assiste à une apparente « paralysie » rappelant celle des membres fantômes [13]. Dans certains cas de SDRC on observe des manifestations similaires à l'algothallucinoïse : sensation référée, trouble du schéma corporel (membre disproportionné, mauvaise identification des doigts). En fait la réorganisation corticale a aussi été décrite chez certains patients souffrant de SDRC [7].

Ces changements dans l'activation corticale sont complexes, ils concernent plusieurs régions du cerveau et dépendent de la stimulation. Pour la douleur fantôme comme le SDRC, des corrélations ont été mises en évidence entre réorganisation et douleur, grâce à des études d'imagerie fonctionnelle : l'intensité de la douleur est proportionnelle à l'importance des changements corticaux, et la marche arrière du processus de réorganisation accompagne la diminution de la douleur [6, 9].

Ce qui est encore mal compris, c'est la nature du lien entre réorganisation et douleur. Plusieurs hypothèses ont été avancées. En voici trois :

- le désordre de la « nouvelle carte corticale » serait interprété comme douleur par les centres supérieurs.

- Le système de contrôle de la douleur, qui permet d'amplifier ou d'inhiber les messages douloureux, serait devenu déficitaire, par l'absence d'informations sensorielles « saines » ne permettant pas le retour à la normale.

- Enfin la troisième hypothèse souvent retenue est la discordance entre l'intention motrice et la représentation proprioceptive et/ou visuelle, c'est-à-dire le feedback [14, 15]. C'est cette théorie qui sera développée car elle est la plus souvent retenue pour justifier de l'utilisation de la TM, et car elle peut s'appliquer au SDRG comme à l'alcoolisme.

2.5 Intention motrice et feedback sensoriel

Un rappel sur le fonctionnement du mouvement volontaire permet de comprendre l'hypothèse de la discordance entre intention motrice et feedback.

2.5.1 Intégration du mouvement volontaire

Le mouvement est intégré par le système nerveux central à trois niveaux : la moelle épinière, le tronc cérébral et le cervelet, le cortex cérébral et les noyaux gris centraux. La présentation qui suit est synthétique et s'intéresse au déroulement de cette intégration. Les principales zones corticales activées lors du mouvement volontaire sont représentées sur la figure 1.

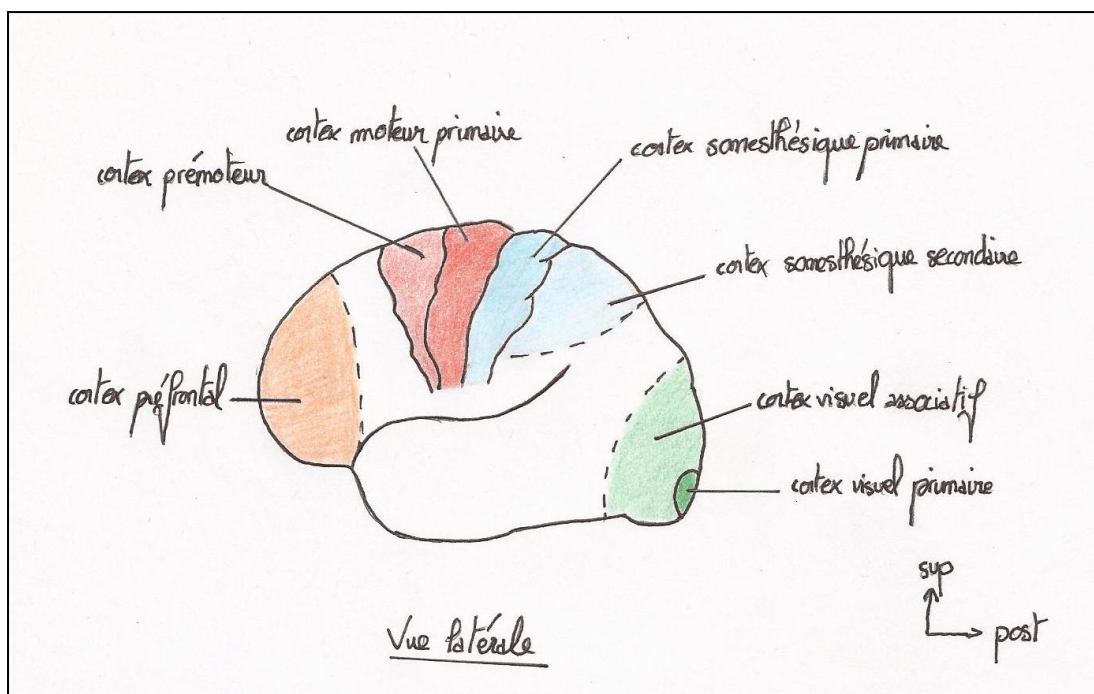


Figure 1 : les différentes zones corticales impliquées lors du mouvement [16]

Le mouvement volontaire se compose de trois phases, permettant le contrôle moteur [17].

La première est la prévision : intention et planification. Le cortex préfrontal et les zones d'association corticales « prévoient » le mouvement, et permettent de le réajuster si nécessaire. Une « copie efférente » (*feedforward*) du mouvement est produite avant que celui-ci ne soit effectué, ce qui permettra de le comparer avec le mouvement attendu. Parmi ces aires d'association l'aire 6, constituée de l'aire prémotrice et l'aire motrice supplémentaire, contribue à guider les mouvements en intégrant les informations sensorielles, et est impliquée dans la coordination bilatérale.

La deuxième phase est l'initiation du mouvement. Les commandes motrices sont générées dans M1, de façon contralatérale à l'hémisphère concerné, et cheminent par le tractus corticospinal jusqu'aux régions du corps concernées.

La troisième phase est l'exécution. Le mouvement ainsi créé génère des informations d'ordre sensoriel, à partir des récepteurs proprioceptifs et visuels. Il s'agit du « feedback ». Les voies de ce rétrocontrôle sont variées, elles comprennent la moelle épinière, le cervelet, les ganglions de la base et le cortex sensorimoteur. Ainsi le cerveau peut réajuster en permanence les paramètres du mouvement, pour le faire concorder avec la prévision. On peut réunir cette séquence d'évènements sous le terme de « système de contrôle moteur », dont le rôle est de permettre à l'individu de produire des mouvements fins, coordonnés et de les préparer en vue des conséquences du mouvement [9, 18].

2.5.2 Hypothèse de la discordance comme source de douleur

Dans le cas de la douleur fantôme et du SDRC, les feedback proprioceptif et visuel ne concordent plus avec l'intention motrice, on appellera ce phénomène discordance (*incongruence* en anglais). Cette théorie a été décrite par A.J. Harris [18] et est reprise par plusieurs auteurs [9, 12, 19]. Elle permet de justifier l'utilisation de la TM, mais elle est difficilement objectivable. Nous la présentons ici, en gardant à l'esprit son caractère hypothétique, la physiopathologie de ces syndromes restant très complexe et encore méconnue.

L'absence du membre chez l'amputé d'une part, et l'immobilisation et les troubles sensorimoteurs chez les SDRC d'autre part, entraînent un feedback qui ne correspond plus à l'intention motrice première, ce qui perturbe le système de contrôle moteur décrit précédemment. Dans le mal des transports, la discordance entre information visuelle et information vestibulaire provoque la nausée. De la même manière, une discordance entre

intention motrice et feedback, serait à l'origine de la douleur chez les amputés, et participerait aux mécanismes du SDRC (*figure 2*) [19]. Ceci est à corrélérer avec les modifications de la carte corticale qui ont lieu dans le cortex moteur et somesthésique : si les variables internes deviennent déformées ou inappropriées, il est facile de comprendre comment le mouvement prévu, le mouvement réalisé et le mouvement ressenti seront en contradiction. Dans le cas du SDRC, le système central interagit avec le système périphérique, et a un contrôle direct sur le système sympathique, pour donner lieu aux changements autonomes observés. Dans une étude de Mc Cabe en 2005, une discordance de ce type a été créée chez des sujets sains, à l'aide d'une boîte-miroir, entraînant chez une partie des sujets (66%) des sensations subjectives anormales, entre autres de la douleur, ce qui conforte cette théorie [19]. Fink a découvert l'activation d'une zone particulière du cerveau (cortex dorsal préfrontal et pariétal droit) lors de cette discordance, ces zones étant connues pour intervenir lors d'une tâche motrice complexe. Harris a appelé ces zones CIS= *Centre monitoring Incongruence of Sensation*, dont l'activation entraînerait la douleur [20].

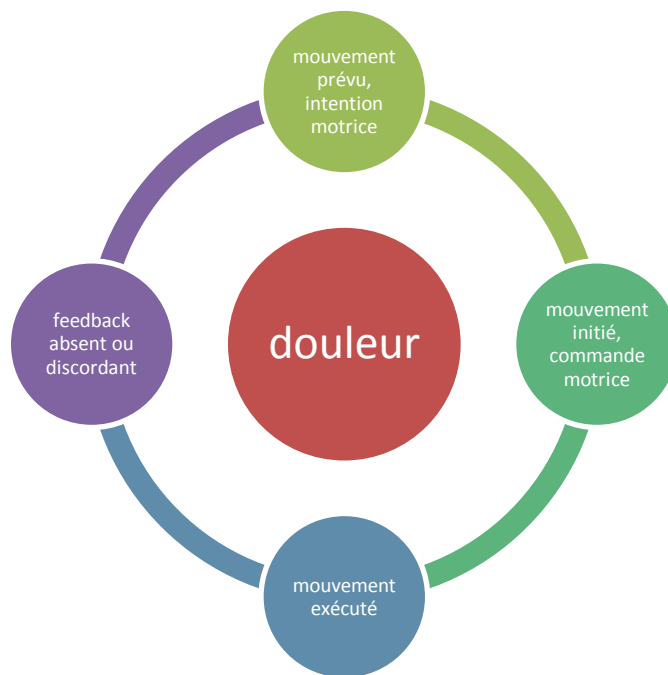


Figure 2 : modèle de la discordance entre intention et feedback

Pour conclure, bien que les avis divergent sur l'origine de la douleur, récemment certaines recherches se sont concentrées sur cette discordance, sur la manière dont elle peut arriver, être perpétuée, et enfin comment elle pourrait être modifiée thérapeutiquement [9].

3 La thérapie miroir

Les traitements appliqués au SDRC de type 1 et aux douleurs fantômes sont nombreux, ils ne seront pas décrits dans ce travail. Seule la thérapie miroir est détaillée.

3.1 Terminologie

Il est facile de se perdre parmi les différentes notions mettant en jeu illusion, observation, imagination d'une part; et schéma moteur, corps et mouvement de l'autre. Les termes sont souvent confondus, et parfois difficiles à traduire, les références étant pour la plupart anglosaxonnes. Les définitions suivantes clarifient ces techniques à base cognitive utilisées en kinésithérapie.

L'imagerie mentale (*mental imagery*) est la capacité d'imaginer un objet, un concept, une idée ou une situation. Ce terme est utilisé dans différents domaines. L'imagerie mentale peut-être réalisée selon différentes modalités sensorielles : visuelle, kinesthésique, auditive, olfactive, gustative. Plusieurs modalités peuvent être utilisées pour se représenter une seule image.

L'imagerie motrice (*motor imagery*) est une image mentale consciente dans laquelle le corps humain est impliqué. C'est une représentation mentale de mouvements sans mouvement corporel associé. Autrement dit c'est un état dynamique pendant lequel la représentation d'une action spécifique est réactivée de manière interne. Dans la littérature, les termes d'imagerie mentale, de visualisation mentale et d'imagerie motrice sont souvent utilisés comme synonymes.

L'observation motrice (*motor observation*), grâce à un dispositif de boîte-miroir ou d'un environnement de réalité virtuelle, peut donner l'illusion de la présence et du mouvement d'une partie du corps. Cette technique utilise des stratagèmes à distance qui agissent directement sur les structures cérébrales. Observation motrice et imagerie motrice sont souvent associées en pratique.

La boîte-miroir (*mirror-box*) est un outil servant à l'observation motrice, il s'agit d'une boîte agencée d'un miroir vertical reflétant un membre en symétrie. (*figure 3*). La **Thérapie Miroir** (TM) en est l'application, appelée aussi **Mirror Visual Feedback (MVF)** en anglais [12].

Le **Programme d'Imagerie Motrice (PIM)** ou *Graded Motor Imagery (GMI)* est un programme sur plusieurs semaines, alliant reconnaissance de la latéralité, imagerie motrice et TM. Il sera détaillé plus loin. Cette technique a été inventée et est utilisée par l'équipe de G.L. Moseley. On utilisera dans ce travail écrit, pour éviter une traduction abusive et par souci de précision, le sigle anglo-saxon **GMI**.

3.2 Théories sur les mécanismes impliqués lors de la thérapie miroir

La TM consiste à placer les deux membres de part et d'autre d'un miroir sagittal, le membre pathologique restant caché de la vision du sujet, qui regarde le reflet du membre sain dans le miroir (*figure 3*). Le sujet a alors l'illusion de regarder son membre pathologique bouger.



Figure 3 : exemple de boîte-miroir

Bien que le phénomène reste encore mal compris, plusieurs théories tentent d'expliquer les mécanismes mis en jeu lors de l'utilisation de la boîte-miroir.

3.2.1 Mise en jeu des neurones miroirs et efficacité de l'illusion

Le **Système des Neurones Miroirs** ou MNS (*Mirror Neurone System*), fut découvert dans les années 1990. Les neurones miroirs sont activés tant à l'exécution d'un mouvement, qu'à l'observation seule de ce même mouvement. Ainsi le fait de voir quelqu'un réaliser une action active le MNS. On notera deux caractéristiques du MNS : la sélectivité, chaque neurone étant impliqué dans la reconnaissance d'un schéma unique, et la capacité de mémoire, car la répétition de l'observation accroît l'activité du MNS et crée une « trace-mémoire » [21]. Plusieurs zones corticales et circuits neuronaux sont impliqués dans le MNS. Des mesures

indirectes de l'activité neurale chez l'homme (par IRMf¹) supportent l'existence de mécanismes miroirs sensorimoteurs dans les aires frontales et pariétales, dans d'autres régions motrices, mais aussi dans des régions sensibles [22]. Si un amputé regarde un autre sujet se faire toucher ou se faire mal, il pourra ressentir ces sensations dans son membre fantôme, car les récepteurs devant l'informer que son bras n'est pas effectivement stimulé ne sont plus présents. Ceci confirme le fait que les sensations ne se basent pas seulement sur l'activation des récepteurs somesthésiques, mais dépendent d'une intégration des différentes modalités sensorielles [12].

Que retirer de ces observations en ce qui concerne la rééducation? Il semblerait que l'observation répétée soit un outil intéressant dans l'apprentissage moteur. Observer un mouvement active des circuits empruntés lors de l'exécution. L'activation de ce système est souvent évoquée pour justifier l'utilisation de la TM dans la récupération motrice post-AVC, car il agit en tant que facilitation motrice. Cependant, bien que l'association MNS et TM soit souvent faite, son rôle dans l'effet antalgique pour le traitement du SDRC et de l'algothallucinoïse est évoqué dans la littérature, mais reste flou. Lorsqu'un sujet observe le reflet de son membre sain dans le miroir, l'activation des neurones miroirs pourrait accentuer l'illusion que l'image correspond réellement aux mouvements du membre opposé, en lui faisant *ressentir ce qu'il voit* [14].

Des études ont montré **l'efficacité de l'illusion**. L'observation d'une main et de son reflet dans le miroir augmente le couplage bimanuel, comparé à l'observation d'une seule main : dans une étude de Franz, des sujets sains réalisant un exercice de dessin bimanuel ont une marge d'erreur réduite avec la boîte-miroir plutôt qu'avec un écran cachant la deuxième main. Cette étude conclut que la vision par miroir ne diffère pas de la pleine vision, il s'agit bien d'une illusion, le cerveau « croit » voir deux mains bouger au lieu d'une [23]. D'ailleurs chez des sujets atteints de SDRC 1, on a pu recréer la douleur sur le site habituellement douloureux, en utilisant la boîte-miroir et en stimulant ce site sur le membre sain seulement, ce qui montre que le reflet du membre est intégré au schéma corporel comme étant le membre réel [13]. On peut se demander si les informations proprioceptives ne viennent pas contredire l'illusion, puisque l'information visuelle n'est pas la seule à être intégrée. Une étude de 2004

¹ Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle, elle se base sur les modifications de la circulation

crée un conflit entre information proprioceptive et information visuelle concernant la position du membre supérieur, en déplaçant latéralement le miroir entre les deux mains, afin que la position observée soit différente de la position ressentie. On demande au sujet (qui voit seulement le reflet de la main gauche à la place de sa main droite cachée) d'atteindre une cible avec la main droite. Alors la marge d'erreur d'atteinte de la cible est augmentée par ce conflit : l'information visuelle a assez de poids pour biaiser l'information proprioceptive [24].

Une étude de Flor H. en 2010 par IRMF met en évidence l'activation des aires motrices et sensitives primaires lors de l'utilisation de la boîte-miroir, ainsi que de l'aire motrice secondaire. Lorsqu'un sujet observe le reflet du mouvement de sa main dans le miroir, en plus de l'activation des aires M1 et S1 contralatérales (spécifique à l'exécution), les aires M1 et S1 ipsilatérales sont aussi activées (celles responsables de la main opposée). Cette étude ne permet pas de définir avec précision les rôles spécifiques dans cette activation du mouvement effectué, de l'observation, et du mouvement imaginé. Mais elle montre que la TM peut activer des zones correspondant anciennement au membre à présent amputé [25].

3.2.2 Action sur la douleur

A priori, chez l'amputé, l'utilisation de la boîte-miroir conduit à un paradoxe. Elle redonne l'illusion au cerveau de la présence du membre amputé. Lors de sa première utilisation sur un patient par Ramachandran, 10 min par jour pendant 3 semaines de TM avait réussi à effacer la douleur fantôme, *en même temps que le membre fantôme lui-même !* Donc en « redonnant » le feedback visuel du membre amputé, il procéda à la première « amputation de membre fantôme » [1].

Nous avons abordé précédemment la réorganisation corticale ayant lieu chez le patient amputé et le sujet atteint de SDRC. La neuroplasticité rentre en jeu, cependant ce phénomène n'est pas unidirectionnel, il est fonction des stimuli environnementaux. Les connections du cerveau présentant une grande flexibilité, l'objectif est d'avoir une action clinique sur cette réorganisation, et de la rendre réversible. Le miroir, en stimulant les zones concernées lors de la réalisation du mouvement, se rapproche d'un état antérieur au dysfonctionnement, comme si, en quelque sorte, il « redonnait » le membre lésé au cerveau. L'étude de Flor évoquée précédemment compare l'activation corticale lors de l'exécution, de mouvements imaginés et de l'observation par miroir entre des sujets amputés ayant une douleur fantôme, des sujets amputés sans douleur fantôme et des sujets sains contrôles. Certaines zones, qui

correspondent au membre amputé, ne sont pas activées pour les sujets atteints de douleur fantôme, alors qu'elles le sont dans les deux autres conditions. La douleur fantôme est bien liée à des modifications dans l'excitabilité des aires corticales [25], et la thérapie miroir cherche à inverser ces phénomènes. On a corrélié la diminution des douleurs fantômes après imagerie motrice à l'élimination du processus de réorganisation [6]. Bien que cette corrélation n'ait pas été encore mise en évidence pour la TM, on peut supposer qu'elle ait lieu de la même manière, et des travaux sont en cours.

Voici plusieurs hypothèses qui expliquent comment le feedback visuel peut amener une diminution de la douleur.

- Il pourrait **annuler la discordance**. Si l'on reprend la théorie de la discordance motrice/proprioceptive comme source de douleur vue au chapitre 2.5.2, la réflexion du miroir joue le rôle de feedback visuel « concordant » au mouvement imaginé. Il fait s'accorder intention motrice et afférence sensorielle, remettant en ordre le système de contrôle moteur, et donc annulant le processus de la douleur. C'est l'idée la plus souvent retenue, cependant les informations ne sont pas suffisantes pour conclure avec certitude que la TM agit selon ce mécanisme, donc d'autres explications ont été proposées.

- Premièrement, et d'une façon plus générale, la douleur et le phénomène de « négligence » pourraient être dus à des représentations centrales somatiques altérées dans le thalamus ou le cortex. La TM concourrait à **normaliser ces représentations** [15].

- Deuxièmement, la TM permettrait de **désapprendre la douleur**. En redonnant le feedback, elle briserait le lien commande motrice/douleur. Mais cela sous-entend pour l'amputé que les mouvements pré-amputation étaient déjà douloureux. Pour le SDRC, il s'agit des mouvements douloureux lors de la phase inflammatoire post-traumatique (non pathologique). Lors de ces périodes, une association entre mouvement et douleur se serait créée, de telle sorte qu'elle persiste après avec l'intention motrice, même sans mouvement réel. Sans feedback correct du mouvement, le lien persiste. Le miroir autorise le mouvement sans douleur associée, et brise ce lien [12].

- Troisièmement, mais seulement dans le cas du SDRC, on peut ajouter que la TM **entraîne la fonction motrice** (activation des neurones miroirs, stimulation de M1) et lutte contre le syndrome de non-utilisation acquise et les troubles moteurs souvent rencontrés. Grâce à l'effet antalgique immédiat du miroir, le patient peut s'exercer aux mouvements sans mettre en jeu les mécanismes douloureux habituels.

Les processus sont-ils les mêmes pour ces deux syndromes ? Bien qu'ils présentent des points communs intéressants, ils sont fondamentalement différents : alors que SDRC arrive après une lésion mineure, la douleur fantôme arrive après un traumatisme majeur et une lésion nerveuse indéniable. Rien n'est certain, mais si l'utilisation de la boîte-miroir parvient à soulager la souffrance de certains patients, c'est un outil à ne pas négliger.

Des recherches récentes permettent de faire l'état des lieux de ce qui a été prouvé ou non quant aux effets de cette technique.

3.3 Quelle efficacité ?

Avant d'aller plus loin, on notera que ces douleurs sont subjectives, et que leur évolution dans le temps est aléatoire ou mal connue, et donc qu'il faut rester prudent face à l'analyse des résultats. Cependant plusieurs études sont en faveur de l'efficacité de la TM dans le traitement de l'algohallucinoïse et du SDRC.

3.3.1 Douleur Fantôme

Comme nous l'avons décrite, la première utilisation de la boîte-miroir pour l'algohallucinoïse fut mise en place par Ramachandran dans une étude de cas en 1993, avec une réduction significative de la douleur pour une séance de 10 minutes par jour. Il s'en suit une série d'études de cas similaires (MacLachlan 2004 & al., Chan and al. 2004, Darnall and al. 2009), toutes favorables à l'effet de la TM [12]. Cependant une étude randomisée contrôlée de 2007 faite par Brodie & al. ne trouvent pas d'effet antalgique supplémentaire de l'utilisation de la boîte-miroir comparé à un mouvement imaginé du membre fantôme synchrone au membre présent. La variabilité des résultats obtenus sur les 80 patients montre le caractère imprédictible des sensations du membre fantôme, et souligne la difficulté de tirer des conclusions des études réalisées. Néanmoins le protocole de cette étude consiste en une utilisation unique, ce qui suggère l'importance de la durée dans la TM [13]. Cette étude montre d'autre part que l'utilisation de la boîte-miroir facilite de façon significative les mouvements du membre fantôme et rend la sensation du membre plus réelle. Elle pourrait donc avoir un rôle à plus long terme dans les douleurs fantômes chroniques [26]. Dans une autre étude randomisée contrôlée de 2007, Chan & al. montrent l'efficacité de la TM dans la réduction de la douleur fantôme du membre inférieur, en la comparant à des traitements-contrôles, dont imagerie morphologique, sur une période de quatre semaines [14]. Les protocoles utilisés dans les différentes études sont similaires et simples : essayer de réaliser des

mouvements du membre amputé en regardant le reflet du membre sain, pendant 10-15 minutes, sur une durée de quatre à huit semaines.

3.3.2 SDRC :

Plusieurs petites études de cas ont illustré le bénéfice de la TM (Kamarkar et Lieberman 2006, Vladimir Tichelaar & al. 2007, Selles & al. 2008) [12]. L'une d'elles, une étude comparée, réalisée par McCabe en 2003, porte sur 8 sujets atteints de SDRC, à plusieurs stades. La TM s'est révélée efficace contre la douleur des SDRC en phase chaude (une baisse de température des tissus a aussi été mesurée) et contre la raideur des SDRC en phase froide, mais pas pour les SDRC chroniques de plus de 1 an. Les patients devaient effectuer des mouvements de flexion-extension des articulations simultanément avec les deux membres dans la mesure du possible, pendant 5 à 10 min, l'amplitude et la vitesse des mouvements étant guidées par la non-douleur. Ils avaient recours à la boîte-miroir autant de fois qu'ils le souhaitaient, et notaient la fréquence sur un journal de bord. La première semaine les exercices étaient réalisés quatre à neuf fois par jour. En guise de contrôle, une procédure initiale comparant le feedback visuel par miroir à des mouvements imaginés et exécutés a permis d'imputer au miroir seul l'effet antalgique, qui d'ailleurs fut immédiat dès la première utilisation pour la majorité des patients. La durée de six semaines a permis de prolonger cet effet en dehors des exercices [11].

Malgré des études de cas répétées, aucune étude portant sur un nombre suffisant de sujets ne prouve l'efficacité de la TM seule.

3.3.3 Le Programme d'Imagerie Motrice (GMI)

Le Programme d'Imagerie Motrice ou GMI a été mis en place par le Dr. Moseley et son équipe, et présente des résultats satisfaisants. Les études randomisées contrôlées réalisées présentent deux intérêts : d'une part elles s'appuient sur un nombre plus important de patients (13 en 2004, 20 en 2005 et 51 en 2006), d'autre part l'étude de 2006 regroupe des sujets atteints de SDRC type 1 et d'autres souffrant de douleurs fantômes. Dans les deux premières études, les patients sont atteints de SDRC de type 1 chronique (supérieur à 3 mois), dans la troisième étude le panel est plus large et la durée du SDRC n'est pas précisée. Une méta-analyse de 2009 sur l'efficacité de la kinésithérapie dans le traitement du SDRC de type 1,

conclue que la GMI présente un bon niveau de preuve (de niveau II²) d'efficacité pour réduire la douleur, et qu'elle est plus efficace que la kinésithérapie usuelle [8]. L'élément nouveau par rapport à l'étude de Mc Cabe est l'efficacité en phase chronique. Cependant le protocole est différent des études antérieures car il associe de l'imagerie motrice à la TM, selon le Programme d'Imagerie Motrice ou GMI [15, 27]. Il associe trois phases qui se succèdent dans un ordre donné : reconnaissance de la latéralité des membres, puis imagerie motrice par mouvements imaginés, et enfin utilisation de la boîte-miroir. L'efficacité de l'imagerie motrice chez les amputés a été montrée dans des travaux précédents, proposant un moyen simple de lutte contre la douleur [6, 13], mais reste controversée par d'autres auteurs [14]. Dans le cas du SDRC 1, seule, elle pourrait augmenter la douleur et l'œdème, ce qui met en évidence le lien étroit entre exécution motrice et douleur [11, 28]. Moseley a donc proposé un entraînement premier à la reconnaissance de la latéralité qui éviterait ceci. Il a créé un programme combiné de trois phases de deux semaines chacune. Chaque phase n'a pas un rôle séparé mais prépare à la phase qui suit.

- La première phase, « reconnaissance de la latéralité », consiste à reconnaître sur des photographies un membre droit d'un membre gauche. En effet un sujet amputé ou atteint de SDRC du membre supérieur, mettra plus de temps à reconnaître s'il s'agit d'une main droite ou d'une main gauche, si la photographie correspond à son côté atteint [31]. Cette reconnaissance de la latéralité met en jeu le schéma corporel dynamique. Pour reconnaître la latéralité sur une image, le sujet imagine positionner sa main à l'identique, pour valider ou non la latéralité [10].

- La deuxième phase est de l'imagerie motrice. Le sujet imagine placer sa main dans différentes positions.

- La troisième phase est l'utilisation de la boîte-miroir.

Les trois études utilisent ce même protocole et présentent des résultats positifs³ sur la douleur, l'œdème et le retentissement fonctionnel, avec une persistance du gain à 6 mois [8].

L'étude de 2005 montre l'intérêt de l'ordre des trois étapes, en comparant différentes combinaisons des trois phases. Bien que cette étude soit critiquable (nombre de patients insuffisant dans les trois groupes, biais dans les traitements annexes), les résultats sont en

² Niveau de preuve II = preuve obtenue à partir d'au moins une étude randomisée contrôlée correctement conduite

³ étude de 2005 : à 12 semaines, 70% des sujets ont une réduction $\geq 50\%$ de la douleur sur la *Neuropathic Pain Scale*, étude de 2006 : réduction de 23.4mm en moyenne sur EVA.

faveur de l'importance de cet ordre. En effet, la reconnaissance de la latéralité diminuerait la douleur, mais de peu. L'imagerie motrice aussi mais seulement si elle est précédée par la latéralisation. De même pour la TM dont l'effet est augmenté après Imagerie Motrice. La conclusion des auteurs est que l'effet du GMI n'est pas du à une simple attention soutenue sur le membre, mais à une activation séquentielle des réseaux corticaux, tel un « entraînement du cerveau ». En mettant en lien leurs résultats avec les recherches de neuro-imagerie, les auteurs suggèrent que la première phase serait nécessaire pour activer le cortex prémoteur et l'aire motrice supplémentaire, puis la deuxième phase activerait M1 et S1, enfin la troisième phase pourrait alors restituer le feedback correspondant à la commande motrice [27].

4 Applications

Le terrain de stage du Centre de Traumatologie et de Réadaptation de Bruxelles m'a permis de mettre en lien théorie et pratique, d'une part dans le service de rééducation post-amputation, et d'autre part sur un cas de SDRC.

4.1 Comment fabriquer l'outil et quel protocole utiliser?

On trouve différentes sortes de boîtes-miroirs dans la littérature, selon la structure (un ou deux compartiments), selon la taille ou les matériaux (rigide ou souple). Les boîtes utilisées pour les membres inférieurs sont encore différentes, et se placent verticalement. Si en pratique un miroir parasagittal seul est souvent utilisé, la boîte est conseillée pour cacher le membre pathologique, afin que l'illusion soit plus aisée, certains vont jusqu'à mettre un rideau opaque à l'entrée [22]. La taille varie d'un cube à peine plus grande que la main, que l'on trouve dans le commerce, jusqu'à un pavé de 45cm par 60cm, pour pouvoir y loger tout le membre. La couleur doit rester sobre pour ne pas attirer le regard sur la boîte même.



Figure 4 : exemples de boîte-miroir⁴

⁴ tirées de (dans l'ordre) Reflex Pain Management, NLPeople, NOI group

La boîte-miroir que j'ai construite pour cette étude est composée de quatre pans de contre-plaqué de 45cm par 30cm, dont un est pourvu d'un miroir de la même taille (*figure 5*). Elle possède deux entrées, pour pouvoir l'utiliser facilement des deux côtés, et pour que le kinésithérapeute puisse vérifier ce qui se passe dans la boîte. Des renforts sont placés à chaque angle pour la consolider. Cette boîte a pu être conçue grâce à l'atelier de bois d'ergothérapie du centre, et revient à un coût d'environ 30 euros. Ses avantages sont sa taille et sa solidité, son inconvénient est son poids, elle est difficile à transporter.



Figure 5 : boîte-miroir fabriquée au centre

Une fois l'outil fabriqué, il faut pouvoir l'utiliser dans les meilleures conditions. Cependant dans les études réalisées les protocoles appliqués ne sont pas les mêmes en fonction des auteurs.

Des principes de base peuvent tout de même être retenus pour optimiser l'illusion. Le positionnement des membres est très important, il faut qu'ils soient à égale distance du miroir, pour que l'information visuelle concorde avec l'information proprioceptive de la position du membre. Le patient doit retirer montre et bijoux. Le regard doit se porter sur le reflet, et non sur la main qui bouge, et le visage du patient ne doit pas apparaître sur le miroir, la boîte doit être placée en conséquence.

La posologie est hétérogène en fonction des études : la durée varie de 2 à 8 semaines, à raison de 10-15 min d'exercices, une à plusieurs fois par jour (toutes les heures pour la plus grande fréquence), 5 à 7 jours par semaine [11, 12, 14, 15]. Ces exercices ne font pas à eux-seuls un traitement kinésithérapique entier, il s'agit d'un moyen additionnel, en complément des séances classiques.

En ce qui concerne le patient, il ne doit pas avoir de troubles cognitifs importants, ni des difficultés de compréhension. L'adhésion au projet est indispensable, car il est l'acteur principal, et donc la garantie de l'efficacité de la technique.

4.2 Utilité chez les amputés

Sur le terrain de stage, la douleur fantôme et ses répercussions ont pu être abordées lors d'ateliers d'éducation thérapeutique hebdomadaires, et par l'intermédiaire de questionnaires distribués aux patients (Annexe 1). Etant donné la proportion des douleurs fantômes chez des patients amputés d'après Jensen : 72 % à une semaine de l'amputation, avec persistance chez 59% à 2 ans, la TM pourrait être mise en place fréquemment dans un service de rééducation après amputation [4]. L'expérience sur le terrain a confirmé ces chiffres: parmi les 9 patients amputés, 7 en ont déjà fait l'expérience. Par contre, seulement 4 la ressentent encore, et parmi eux aucun n'éprouve de réelle répercussion sur la vie quotidienne. La douleur est soit très rare, soit faible, soit très courte, ou les patients ont recours à des stratégies suffisantes pour faire passer la douleur quand elle arrive (par exemple stratégie de distraction). Le masseur-kinésithérapeute du service et le médecin rééducateur ont souligné l'importance du diagnostic de la douleur fantôme, il a fallu être très précis lors de la distribution des questionnaires. En effet l'amalgame est rapidement fait entre douleur du moignon, sensations fantômes et douleurs fantômes effectives (et ce même dans la littérature). Après entretien avec les professionnels du service, il semblerait que les douleurs fantômes ayant une incidence négative sur la vie quotidienne ou bien rebelles aux traitements de base soient très rares.

Ceci peut être expliqué par les traitements mis en place. De nombreuses propositions thérapeutiques sont proposées dans la littérature, d'ordre médicamenteux, chirurgical, physique ou psychologique. Dans ce centre les médicaments prescrits pour ces douleurs sont variés : antalgiques (trois paliers selon l'OMS), antiépileptiques, antidépresseurs (inhibiteurs de la recapture de sérotonine, imipramine), voire benzodiazépines ou bêtabloquants. Ceux-ci sont choisis en fonction de la douleur décrite, et de l'efficacité directe. Bien sûr la prescription tient compte des effets secondaires. D'un autre côté, les patients ont leur propres stratégies contre les membres fantômes : gymnastique du membre fantôme, aller gratter la démangeaison comme si le membre était là, « couper » d'un mouvement de la main le membre fantôme, se distraire, faire le vide. Le port d'une prothèse, si celle-ci est

fonctionnelle, peut aussi réduire la douleur fantôme, car elle est intégrée au schéma corporel, et probablement diminue le phénomène de réorganisation corticale [5, 10].

En cherchant un peu plus loin dans la littérature, je me suis rendue compte que l'estimation de la douleur fantôme varie en fait de 2 à 88% selon les auteurs. Les études les plus faibles proviennent d'études de patients demandant un traitement anti-douleur, les plus élevées d'études dans lesquelles tous les patients sont questionnés sur la présence éventuelle d'une douleur fantôme post-amputation. La variabilité résulte également du fait que les sujets n'osent parfois pas parler de leur douleur fantôme, craignant de passer pour fous, ou des critères mêmes de la douleur : postopératoire, chronique, continue, intermittente, faible, intense... Si la douleur peut persister longtemps, le nombre et la durée des crises diminuent de manière significative avec le temps. C'est donc bien sur la répercussion de cette douleur que l'on doit se focaliser. Le sujet désire-t-il s'en débarrasser ? Est-il gêné par la douleur et à quel degré ? Cela a-t-il un impact sur ses activités ou participations (Classification Internationale du Fonctionnement) ? Pour revenir à l'étude de Jensen, qui d'ailleurs ne concerne que les amputations pour cause vasculaire, si 59% des patients présentaient une douleur fantôme à 2 ans de l'amputation, seulement 21% demandent un traitement [4].

La plupart des auteurs distinguent deux types de douleurs fantômes : la douleur qui s'atténue avec la cicatrisation du moignon et qui disparaît sous traitement, et la douleur qui se chronicise, persiste au-delà de six mois, et qui se montre très résistante aux traitements. On pourrait considérer la TM soit comme un traitement auquel on aurait recours pour ces douleurs rebelles ; soit comme un traitement physique à mettre en place dès le début, au même titre que les traitements médicamenteux, dans le but d'éviter ou limiter les effets secondaires produits par ces derniers. Le caractère assez lourd de la TM est à prendre en compte (il est plus facile de prendre un médicament que de s'exercer plusieurs fois par jour), elle est donc moins adaptée aux patients peu motivés. Une étude aux critères d'inclusion plus stricts, comme celle de Mc Iver sur l'imagerie motrice qui se centre sur des algohallucinoses chroniques, pourrait éclaircir la question.

Finalement, selon la prise en charge actuelle, et en ajoutant que la thérapie miroir ne peut pas être utilisée pour des patients bi-amputés, seulement un nombre restreint de patients serait concerné.

4.3 Cas clinique de M. W. : mise en place de la GMI

C'est à partir du cas de M. W. que l'on a pu faire l'expérience de la mise en place de la thérapie miroir. Puisque la GMI présente un meilleur niveau de preuve que la TM seule, c'est celle-ci qui a été adaptée et appliquée chez ce patient.

4.3.1 Bilan initial

M. W., droitier, est un homme de 45 ans, chauffeur-livreur en arrêt de travail depuis le 11/11/10, date à laquelle il se blesse sur le versant radial de la jonction du tiers moyen et du tiers distal de l'avant-bras droit, en frappant dans une vitre. Le brachioradialis, l'extensor carpi radialis, le flexor carpi radialis et le flexor pollicis longus sont lésés. Les tissus osseux ne sont pas touchés. Après suture de la plaie une attèle est portée pendant 3 semaines. Le 13 janvier (j+62), un SDRC est diagnostiqué. L'examen du 14 janvier montre un œdème (périmétrie en huit de la main et de la première phalange supérieure à 2cm par rapport au côté gauche, différence élevée même s'il s'agit de la main dominante), une hypersudation, à la palpation une température cutanée plus élevée qu'à gauche, une couleur marbrée violacée, et une perturbation de l'état des phanères: pilosité accentuée sur le versant ulnaire et ongles de couleur grise. Le tableau de SDRC est typique. Au repos la douleur est nulle, mais le patient se plaint de paresthésies (picotements). Elle est provoquée par le froid ou la mobilisation passive et active. La position antalgique correspond à la main à plat, doigts en extension. La flexion des doigts, les mouvements du poignet et la prono-supination sans douleur ne sont pas possibles. L'intensité de la douleur est proportionnelle à l'amplitude du mouvement réalisé, la pronosupination entraînant une douleur cotée jusqu'à 40/100 (VAS), et la flexion des doigts une douleur montant à 80/100. La douleur n'apparaissant qu'au mouvement, il a semblé plus judicieux, plutôt que de l'évaluer directement, d'évaluer sa répercussion fonctionnelle par le questionnaire DASH [30] (Annexe n°2). Le score initial est de 81% (plus le score est grand plus le handicap est important).



Figure 6 : main droite de M.W

4.3.2 Traitement

La GMI a donc été choisie pour M. W. et adaptée en conséquence. Par manque de temps, les trois phases ont été réduites pour être réalisables sur 35 jours au lieu de 6 semaines.

Le site internet du Neuro Orthopaedic Institute (Australie), met en vente les supports nécessaires au GMI, images et boîte-miroir [31]. Cependant pour ce travail j'ai réalisé la banque d'images (à partir de photographies et grâce au logiciel Paint), et le patient, pour les exercices réalisés à domicile, a utilisé un miroir qu'il possédait déjà, arrangé d'un carton pour cacher la main gauche.

Le protocole est inspiré de celui du Dr. Moseley, et utilise 80 photographies (Annexe n°3 et n°4) composées de mains droites et gauches, dans des positions et angles variés [15]. Avant d'entamer la première phase, le patient doit classer les photographies en quatre catégories, selon le niveau de douleur qui serait provoqué s'il devait adopter la position (*figure 7*). Cette catégorisation permet une progression dans les exercices, selon le tableau I.

- La première phase est la reconnaissance de la latéralité. Les photographies, grâce à un mode de lecture aléatoire, sont ouvertes sur ordinateur, et le sujet doit reconnaître s'il s'agit d'une main droite ou d'une main gauche.
- La deuxième phase est de l'imagerie motrice. Le sujet imagine placer sa main dans les différentes positions (2 fois par photographie, avec retour à la position de repos).
- la troisième phase est l'utilisation de la boîte-miroir : les positions correspondant aux photos sont adoptées d'une manière bilatérale, douce et sans douleur (2 fois par photographie).

Si la douleur apparaît, alors le mouvement n'est fait que de la main gauche, et imaginé à droite.

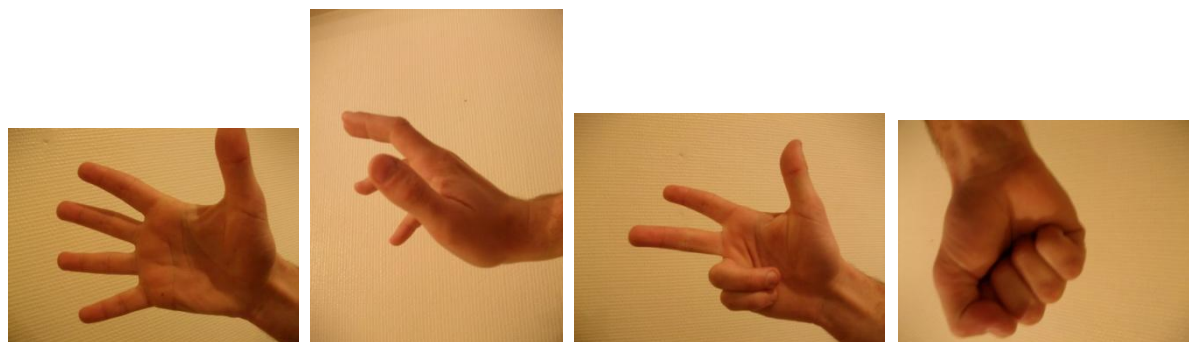


Figure 7 : exemples de photos des séries 1, 2, 3 et 4

Tableau I: protocole du programme d'imagerie motrice du Dr Moseley adapté [15.]

1 ^{ère} phase : reconnaissance de la latéralité	Jours 1 à 3	Jours 4 à 7	Jours 8 à 11
	Catégories 1 et 2 (80 essais)	Catégories 1 à 3 (120 essais)	Catégories 2 à 4 (120 essais)
2 ^{ème} phase : Mouvements imaginés	Jours 12 à 15	Jours 16 à 19	Jours 20 à 23
	Catégorie 1 (20 essais)	Catégories 1 et 2 (40 essais)	Catégories 1 à 3 (60 essais)
3 ^{ème} phase : Mouvements par miroir	Jours 24 à 27	Jours 28 à 31	Jours 32 à 35
	Catégorie 1 (20 essais)	Catégories 1 et 2 (40 essais)	Catégories 1 et 2 (80 essais)

Le patient bénéficie de 3 séances de kinésithérapie par semaine, durant lesquelles sont effectués du drainage lymphatique et massage circulatoire, du massage et crochitage de la cicatrice, des mobilisations passive et active, et de la désensitisation, sans traitement médicamenteux adjacent. La GMI est réalisée, elle, à domicile, quatre fois par jour, en accord avec le patient. Les consignes sont données à l'occasion des séances de kinésithérapie, durant lesquelles le patient peut obtenir les réponses aux questions qu'il se pose. Il faut s'assurer que les exercices sont bien compris et bien réalisés une première fois en séance, puisque ce qui est fait à domicile ne peut pas être vérifié directement. L'adhésion au traitement et sa bonne

compréhension est indispensable. L'outil informatique présente un moindre coût et plus de facilité d'utilisation que des photographies sur papier. Cependant cela ajoute comme condition que le patient possède un PC et sache un minimum s'en servir.

4.3.3 Evolution

Un bilan est réalisé à quatre semaines, puis à six semaines. A quatre semaines l'évolution est favorable, le traitement par thérapie miroir est donc continué au-delà du GMI, en se basant sur des exercices plus variés avec la boîte-miroir : les différents mouvements physiologiques de la main et du poignet, des gestes tels que pianoter, ou des tâches orientées comme prendre un objet. A partir de ce moment-là, la communication se fait par mail avec le patient et le masseur-kinésithérapeute DE. Le traitement est arrêté à 6 semaines, 2 semaines après mon départ du stage. Le bilan final décrit ici présente donc les mesures à la quatrième semaine, car la comparaison inter-examineur à 6 semaines aurait pu être biaisée. Cependant puisque l'évolution a continué après cette période, on se basera principalement sur l'état fonctionnel du membre supérieur par la comparaison du DASH initial et final, le questionnaire ayant été rempli une seconde fois à la fin du traitement.

Bien qu'au bilan final la main présente encore des critères diagnostiques de SDRC, l'évolution globale est positive. A quatre semaines de traitement, l'œdème a diminué de 2 cm pour la paume et le poignet et de 1 cm pour les doigts. La sudation est encore présente mais est moins importante selon les dires du patient. La température cutanée reste plus élevée à droite, ce qui signifie que l'on se trouve encore en phase chaude. Le contraste de couleur entre les deux mains est moins important, mais pas pour les doigts, qui restent grisâtres. L'excédent de pilosité et les paresthésies sont encore présents. Alors que la flexion active des doigts n'était pas possible sans douleur au début, le patient peut réaliser une fermeture incomplète de la main : la distance pulpe du doigt-pouce est de 1cm, sauf pour le cinquième doigt où la distance est de 4 cm. La douleur est toujours provoquée à la mobilisation, mais elle est décrite deux fois moins intense : 20/100 à la flexion des doigts et 40/100 aux mouvements du poignet. Donc, de manière significative, l'œdème et la douleur ont diminué tandis que l'amplitude globale active a augmenté. Le score du DASH à six semaines est passé de 81% à 58%, avec une amélioration se répartissant assez uniformément sur les différentes activités (*Annexe n°2*). Cependant la reprise du travail (chauffeur-livreur) n'est toujours pas possible et handicape beaucoup M. W.

Ces résultats sont satisfaisants, cependant ils sont difficilement interprétables : l'évolution des SDRC est particulière à chaque patient, elle est aléatoire dans le temps, et la TM n'est qu'un des moyens utilisés parmi d'autres. Cela reste tout de même encourageant, et concorde avec les résultats des études.

5 Discussion

La TM semble être une technique prometteuse, mais elle est encore récente et mérite d'être mise à l'épreuve. Son application reste floue, les protocoles sont peu décrits et varient d'une étude à l'autre, que ce soit pour les exercices à réaliser, la fréquence ou la durée du programme. Tant qu'un protocole ne sera pas unanime, il sera difficile d'évaluer l'efficacité de cette méthode selon les critères de l'Evidence Based Practice. Deux questions concernant la mise en pratique m'ont semblées importantes : « peut-on utiliser la TM sans l'intégrer au GMI ? », « Que faire du membre caché dans le cas du SDRC ? ».

Pour M. W. le GMI a été choisi, mais pourrait-on appliquer la TM seule et espérer avoir les mêmes résultats pour un SDRC ? De la même manière, si à l'origine le miroir seul est utilisé chez les amputés, doit-on préférer la GMI comme le fait l'équipe du Dr. Moseley [15] ? Certains conseillent de ne pas passer par les deux premières phases si le sujet ne présente pas de troubles du schéma corporel, ou de difficultés avec l'imagerie mentale, sachant que la GMI n'est pas aussi facile à mettre en place que des exercices quotidiens avec la boîte-miroir. Peut-être existe-t-il des sous-classes de patients, certains ne nécessitant pas les deux premières phases. En effet la GMI a été mise en place à l'origine pour le traitement des SDRC chroniques, donc la TM seule aurait pu être suffisante pour traiter M. W. Une étude comparant l'efficacité de la TM à celle du GMI en phase aiguë nous donnerait la réponse. La reconnaissance de la latéralité et l'imagerie mentale sont-ils difficiles dès le début du SDRC, ou ces problèmes sont-ils une conséquence de la durée de la douleur et de la non-utilisation ? Une étude de Moseley en 2004 montre que plus la durée du symptôme est grande, plus le retard à la reconnaissance du membre atteint est important [29]. Donc la différence entre SDRC aigu et chronique est à faire, et probablement pour l'algothallucinoïse aussi. Les deux premières phases n'ont donc peut-être pas été utiles à M. W., même si en pratique une amélioration a eu lieu avant la phase de TM. Cependant la notion de chronicité n'est pas évidente dans le cas du SDRC. Tout d'abord la douleur se déclenche plusieurs semaines après le traumatisme initial (s'il y en a un), le membre a souvent été immobilisé durant ce premier

temps. D'autre part et comme précisé au début, le SDRC se présente en une première phase chaude douloureuse (aigüe) et une seconde phase froide de raideur. Cependant le tableau n'est pas toujours aussi simple, par exemple dans l'étude du Dr Moseley de 2005 la douleur est traitée alors que la durée moyenne des SDRC est de 14 semaines (> 3 mois) [27]. Une date comme base de choix des techniques me semble restrictive, l'évaluation des troubles du schéma corporel serait plus rigoureuse, mais est difficilement objectivable. Des outils existent tout de même : l'analyse du temps de réponse à la reconnaissance de latéralité (mais un logiciel est nécessaire) et le Questionnaire d'Imagerie Motrice (celui-ci permet d'auto-évaluer la facilité à s'imaginer réaliser un geste).

Deuxièmement, faut-il faire le mouvement avec le membre caché (c'est-à-dire lésé) ? Pour l'amputé la question ne se pose pas. Il doit imaginer bouger son membre fantôme, en concordance avec la vision, ce qui renforcera l'illusion créée. Mais pour un sujet souffrant de SDRC, nous savons qu'un des principes à respecter est la non-douleur lors de la rééducation, pour ne pas alimenter le cycle nociceptif. Pourtant parfois le mouvement à imiter, sans difficulté pour le côté sain, peut être difficile à faire du côté atteint, par limitation motrice ou douloureuse. De plus la douleur ressentie, ou même une paresthésie, pourraient brouiller le feedback visuel, et perturber l'illusion recherchée. A l'opposé, regarder le mouvement dans le miroir, en laissant la main au repos, est-il suffisant ? Les différents auteurs conseillent d'effectuer un mouvement simultané bimanuel, pour améliorer la fonction motrice du membre, et car les schémas de coordination bilatérale auraient leur rôle à jouer [32]. La consigne donnée à M. W. se veut intermédiaire : faire les mouvements des deux mains, sauf si la douleur apparaît, alors la fin du mouvement doit être imaginée et non réalisée, tandis que la main saine continue le mouvement. Si on s'aperçoit que cette consigne n'est pas bien comprise ou difficilement réalisable, alors mieux vaut imaginer la totalité du mouvement en observant le reflet de l'autre main dans le miroir.

Au-delà des questionnements face aux conditions d'application et aux indications, comment la thérapie miroir est-elle mise en pratique sur le terrain ? Tout d'abord, le terme de « thérapie » n'est pas approprié, il ne s'agit pas d'une thérapie à part entière, mais seulement d'un moyen thérapeutique parmi d'autres, dont le but est antalgique dans notre cas. Le terme anglo-saxon utilisé dernièrement, *Mirror Visual Feedback*, me semble mieux convenir. La TM doit être additionnelle à un traitement kinésithérapique « classique ». Quelle est alors le

rôle du kinésithérapeute dans l'application de cette technique ? Il faut savoir que lors des exercices journaliers, d'une durée de 15-30 min, que ce soit pour l'imagerie motrice ou la boîte-miroir, c'est le patient qui est le principal acteur. Le kinésithérapeute ne touche pas le patient, ne mobilise pas, et ne doit pas intervenir oralement pour ne pas le déconcentrer. Il s'agit d'un traitement d'auto-rééducation, et comme toute auto-rééducation, l'éducation faite au préalable est primordiale. C'est là que se trouve la place du kinésithérapeute : donner les bonnes consignes, précises et claires ; vérifier la bonne exécution des exercices, ce qui reste difficile pour les tâches cognitives ; expliquer et surtout motiver le patient pour qu'il adhère au traitement. En effet les exercices peuvent sembler fastidieux, répétitifs et ennuyeux, sur une période de plusieurs semaines. En centre de rééducation des plages horaires peuvent être réservées durant lesquelles le patient se prendra en charge, ce qui assure une régularité et un contrôle plus facile du thérapeute. Cependant en cabinet libéral, il n'est pas possible de prendre du temps sur la séance, qui est rarement quotidienne, au détriment d'autres techniques. Il faut que le patient l'applique à domicile, ce qui nécessite une réelle motivation. Avec M. W., nous avons eu la chance d'être face à un sujet montrant une grande participation et une adhésion à cette technique, qui peut sembler pour certains un peu abstraite. C'est pourquoi il est important d'expliquer et justifier son utilisation dans la mesure du possible, et donc d'en connaître les tenants et aboutissants.

6 Conclusion

Tout au long de cette recherche bibliographique sur la thérapie miroir, les éclaircissements ont côtoyé les doutes. Il est difficile de retirer des certitudes quand la plupart des affirmations aujourd'hui sur les effets et les mécanismes de la thérapie miroir restent au rang d'hypothèses. Au-delà de la technique elle-même, d'autres enjeux sont présents. Ainsi il a fallu revenir sur la physiopathologie de la douleur fantôme et du SDRC, pour trouver comment une même technique peut agir sur ces deux syndromes. C'est après la présentation du rôle probable des remaniements corticaux et du système de contrôle moteur dans la manifestation de la douleur, que le mécanisme de la thérapie miroir a pu être abordé. Ensuite des études montrant son efficacité, séparément pour les amputés et pour le SDRC, ont été présentées, et ont amené à approfondir le Programme d'Imagerie Motrice alliant thérapie miroir et imagerie motrice. Enfin certains questionnements qui peuvent se présenter ont été discutés, en l'occurrence grâce au cas clinique de M. W., pour replacer la théorie dans la pratique kinésithérapique.

Bibliographie

1. Ramachandran V.S., Blakeslee S. Le Fantôme intérieur. Odile Jacob, 2002
2. Marchand S. Le phénomène de la douleur, comprendre pour soigner. Masson, 2009, p 11-20,132
3. Bouhassira D., Attal N. Douleurs neuropathiques. Arnette, 2007. p 61-64
4. Lemaire C. Membres fantômes. Les empêcheurs de tourner en rond, 1998
5. Carr D.B. Douleurs de membres fantômes. Pain, International Association for the Study of Pain, 2000, Vol. 9.
6. MacIver K., Lloyd D.M., Kelly S. & al. Phantom limb pain, cortical reorganization and the therapeutic effect of mental imagery. Brain, 2008, Vol. 131:2181-2191.
7. Bouhassira D. La douleur neuropathique et ses frontières. med-line éditions, 2007, p 133-142.
8. Daly A.E., Bialocerkowski A.E. Does evidence support physiotherapy management of adult Complex Regional Pain Syndrome Type One? A systematic literature review. European Journal of Pain, 2008, Vol. 13 : 339-353.
9. Blake C. S., McCabe D. R. Review: an embarrassment of pain perception? towards an understanding of an explanation of the clinical presentation of CRPS type 1. Rheumatology, 2008, Vol. 47: 1612-1616.
10. Nico D., Daprati E., Rigal F. & al. Left and right hand recognition in upper limb amputees. Brain, 2004, Vol. 127: 120-132.
11. McCabe C., Haigh R., Ring E., Halligan P., Wall P., Blake D. A controlled pilot study of the utility of mirror visual feedback in the treatment of Complex Regional Pain Syndrome Type One. Rheumatology, 2003, Vol. 42: 97-101.
12. Altschuler Eric L., Ramachandran V.S. The use of visual feedback, in particular mirror visual feedback, in restoring brain function. Brain, 2009, Vol. 132 : 1693-1710.
13. McCabe C.S., Haigh R. C., Blake D.R. Mirror Visual Feedback for the treatment of Complex Regional Pain Syndrome (type 1). Psychiatric Management of Pain, 2010.

14. Chan B.L. & al. Mirror therapy for phantom limb pain. *New England Journal of Medicine*, 2007, Vol. 357 : 2206-7.
15. Moseley G.L. Graded Motor Imagery, a randomized controlled trial. *Neurology*, 2006, Vol. 67.
16. Fix James D. *Neuro-Anatomie*. de Boeck, 2006.
17. Silverthorn D. U. *Physiologie humaine, une approche intégrée*. Pearson France, 4ème édition, 2007, p 425-431.
18. Harris A.J. Cortical origin of pathologic pain. *Lancet*, 1999, Vol. 354.
19. McCabe C.S., Haigh R.C., Halligan P.W. and Blake D.R. Simulating sensory-motor incongruence in healthy volunteers : implications for a cortical model of pain. *Rheumatology*, 2005, Vol. 44 : 509-516.
20. Fink G.R., Marshall J.C., Halligan P.W. & al. The neural consequences of conflict between intention and the senses. *Brain* , 1999, Vol. 122 : 497-512.
21. Piette P. Le système des motoneurones miroirs. *Kiné la Revue*, Vol. 102 : 20.
22. Mukamel R. Single-neuron responses in humans during execution and observation of actions. *Current Biology*, 2010.
23. Franz E.A., Packman T. Fooling the brain into thinking it sees both hands moving enhances bimanual spatial coupling. *Exp Brain Res*, 2004, Vol. 157 : 174-80.
24. Holmes N.P., Crozier G., Spence C. When mirrors lie: “Visual capture” of arm position impairs reaching performance. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 2004, Vol. 4 (2) : 193-200.
25. Flor H., Diers M., Christmann C., Koeppel C., Ruf M. Mirrored, imagined and executed movements differentially activate sensorimotor cortex in amputees with and without phantom limb pain. *Pain*, 2010, 149 : 296-304
26. Brodie E.E. Analgesia through the looking-glass? A randomized controlled investigating the effect of viewing a ‘virtual’ limb upon. *European Journal of Pain*, 2007, Vol. 11 : 428-436.
27. Moseley G.L. Is successful rehabilitation of CRPS due to sustained attention to the affected limb? A Randomized clinical trial. *Pain*, 2005, Vol. 114 : 54-61.
28. Moseley G.L. Imagined movements cause pain and swelling in a patient with complex regional pain syndrome type 1. *Neurology*, 2004, Vol. 62 : 1644.

29. Moseley G.L. Why do people with complex regional pain syndrome take longer to recognize their affected hand? *Neurology*, 2004, Vol. 62.
30. Institute for Work and Health, HAS, 2008, <http://www.has-sante.fr>, consulté en janvier 2011
31. <http://www.gradedmotorimagery.com/reference.html> consulté en janvier 2011
32. Franz E.A., Ramachandran V.S. Bimanual coupling in amputees with phantom limbs. *Nature Neurosci* , 1998, Vol. 1 : 443-444.

Annexes

Annexe n° 1: questionnaire amputés : sensations et douleurs fantômes chez l'amputé

Questionnaire réalisé le: par:.....

I. Données générales:

Nom Prénom:.....

Sexe: M/F et Age:.....

Cause et date d'amputation:.....

Niveau:.....

Appareillage: OUI/NON depuis le:

II. Données relatives au membre amputé:

	OUI/ NON	Localisation et type	Intensité /10	Fréquence, provoquée ou non?	Incidence sur la vie du patient	Stratégies appliquées et traitement

Avant amputation

Douleurs						
----------	--	--	--	--	--	--

Après amputation

Douleurs moignon						
Sensations fantômes						
Douleurs fantôme						

Actuellement

Douleurs moignon						
Sensations fantômes						
Douleurs fantômes						

Commentaires:

.....

.....

Annexe n° 2 : Questionnaire DASH du membre supérieur, téléchargeable sur <http://www.dash.iwh.on.ca>

en rouge : bilan initial

en vert : bilan final

Questionnaire DASH version 2.0

Traduction , version du 17 décembre 2000

3

Questionnaire DASH = the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand

Instructions

Ce questionnaire s'intéresse à ce que vous ressentez et à vos possibilités d'accomplir certaines activités. Veuillez répondre à **toutes les questions** en considérant vos possibilités **au cours des 7 derniers jours**. Si vous n'avez pas eu l'occasion de pratiquer certaines de ces activités au cours des 7 derniers jours, veuillez entourer la réponse qui vous semble la plus exacte si vous aviez dû faire cette tâche. Le côté n'a pas d'importance. Veuillez répondre en fonction du résultat final , sans tenir compte de la façon dont vous y arrivez.

Veuillez évaluer votre capacité à réaliser les activités suivantes **au cours des 7 derniers jours**.
(Entourez une seule réponse par ligne.)

	Aucune difficulté	Difficulté légère	Difficulté moyenne	Difficulté importante	Impossible
37. Dévisser un couvercle serré ou neuf	1	2	3	4	5
38. Ecrire	1	2	3	4	5
39. Tourner une clé dans une serrure	1	2	3	4	5
40. Préparer un repas	1	2	3	4	5
41. Ouvrir un portail ou une lourde porte en la poussant	1	2	3	4	5
42. Placer un objet sur une étagère au- dessus de votre tête	1	2	3	4	5
43. Effectuer des tâches ménagères lourdes (nettoyage des sols ou des murs)	1	2	3	4	5
44. Jardiner, s'occuper des plantes (fleurs et arbustes)	1	2	3	4	5
45. Faire un lit	1	2	3	4	5
46. Porter des sacs de provisions ou une mallette	1	2	3	4	5
47. Porter un objet lourd (supérieur à 5 Kg)	1	2	3	4	5
48. Changer une ampoule en hauteur	1	2	3	4	5
49. se laver ou se sécher les cheveux	1	2	3	4	5
50. Se laver le dos	1	2	3	4	5
51. Enfiler un pull-over	1	2	3	4	5
52. Couper la nourriture avec un couteau	1	2	3	4	5
53. Activités de loisir sans gros effort (jouer aux cartes, tricoter, etc.)	1	2	3	4	5
54. Activités de loisir nécessitant une certaine force ou avec des chocs au niveau de l'épaule du bras ou de la main. (bricolage, tennis, golf, etc.)	1	2	3	4	5
55. Activités de loisir nécessitant toute la liberté de mouvement (badminton, lancer de balle, pêche, Frisbee, etc.)	1	2	3	4	5
56. Déplacements (transports)	1	2	3	4	5
57. Vie sexuelle	1	2	3	4	5

58. Pendant les 7 derniers jours, à quel point votre épaule, votre bras ou votre main a-t-elle gêné vos relations avec votre famille, vos amis ou vos voisins ? (entourez une seule réponse)

1 Pas du tout 2 légèrement 3 moyennement 4 beaucoup 5 extrêmement

59. Avez-vous été limité dans votre travail ou une de vos activités quotidiennes habituelles du fait (en raison, par) de problèmes à votre épaule, votre bras ou votre main ? (entourez une seule réponse)

1 Pas du tout limité 2 Légèrement limité 3 moyennement limité 4 Très limité 5 Incapable

Veuillez évaluer la sévérité des symptômes suivants durant les 7 derniers jours.
(entourez une réponse sur chacune des lignes)

	Aucune	légère	moyenne	importante	extrême
60. Douleur de l'épaule, du bras ou de la main	1	2	3	4	5
61. Douleur de l'épaule, du bras ou de la main en pratiquant une activité particulière Précisez cette activité :	1	2	3	4	5
62. Picotements ou fourmillements douloureux de l'épaule, du bras ou de la main	1	2	3	4	5
63. Faiblesse du bras, de l'épaule ou de la main	1	2	3	4	5
64. Raideur du bras, de l'épaule ou de la main	1	2	3	4	5

65. Pendant les 7 derniers jours, votre sommeil a-t-il été perturbé par une douleur de votre épaule, de votre bras ou de votre main ? (entourez une seule réponse)

1 pas du tout 2 un peu 3 moyennement 4 très perturbé 5 Insomnie complète

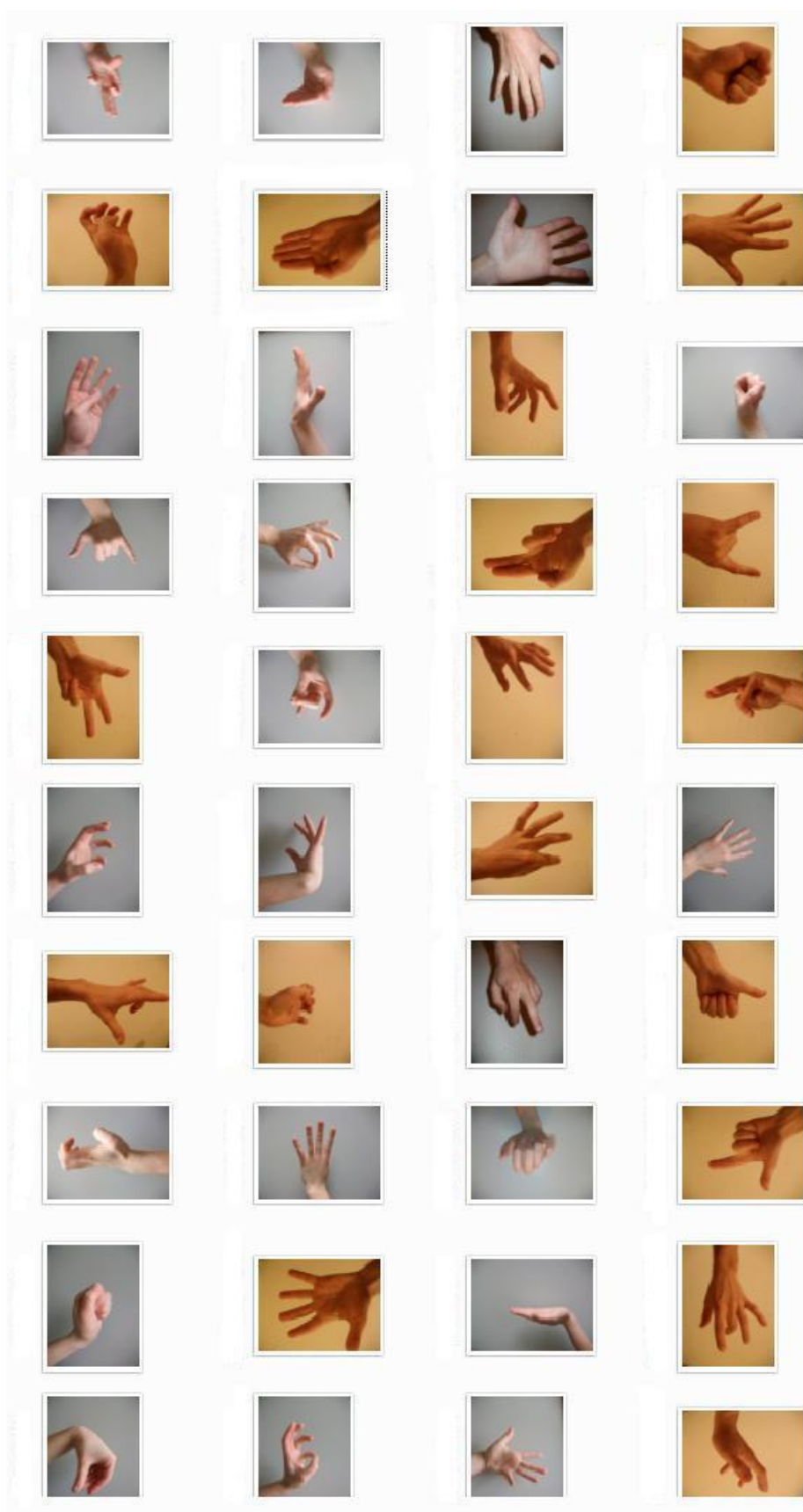
66. "Je me sens moins capable, moins confiant ou moins utile à cause du problème de mon épaule, de mon bras, ou de ma main"

1 Pas d'accord du tout 2 Pas d'accord 3 ni d'accord ni pas d'accord 4 d'accord 5 tout à fait d'accord

→ score initial = 81 %

→ score final = 58 %

Annexe n° 3 : les 40 mains gauches



Annexe n° 4 : les 40 mains droites

