

2021-2022

# THÈSE

pour le

## DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Qualification en Médecine Physique et Réadaptation

Evaluation d'un dispositif de thérapie miroir informatisée dans la prise en charge de la douleur chronique chez des sujets suivis en rééducation à travers une étude de type SCED.

**CHAUUCHE Nawel**

Née le 10/06/1994 à Paris 20<sup>e</sup>

Sous la direction de Mme le Docteur ALI Pauline

Membres du jury

Madame la Professeure RICHARD Isabelle | Président

Madame le Docteur ALI Pauline | Directeur

Monsieur le Professeur DINOMAS Mickaël | Membre

Madame le Docteur PUYFAUCON Margaux | Membre

Soutenue publiquement le :  
03 octobre 2022



**FACULTÉ  
DE SANTÉ**  
UNIVERSITÉ D'ANGERS



# ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je, soussignée Mme CHAUCHE Nawel .....  
déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une  
partie d'un document publiée sur toutes formes de support, y compris l'internet,  
constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.  
En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées  
pour écrire ce rapport ou mémoire.

signé par l'étudiant(e) le

# LISTE DES ENSEIGNANTS DE LA FACULTÉ DE SANTÉ D'ANGERS

---

**Doyen de la Faculté** : Pr Nicolas Lerolle

**Vice-Doyen de la Faculté et directeur du département de pharmacie** : Pr Frédéric Lagarce

**Directeur du département de médecine** : Pr Cédric Annweiler

## PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

ABRAHAM Pierre	Physiologie	Médecine
ANNWEILER Cédric	Gériatrie et biologie du vieillissement	Médecine
ASFAR Pierre	Réanimation	Médecine
AUBE Christophe	Radiologie et imagerie médicale	Médecine
AUGUSTO Jean-François	Néphrologie	Médecine
BAUFRETON Christophe	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire	Médecine
BELLANGER William	Médecine Générale	Médecine
BENOIT Jean-Pierre	Pharmacotechnie	Pharmacie
BIGOT Pierre	Urologie	Médecine
BONNEAU Dominique	Génétique	Médecine
BOUCHARA Jean-Philippe	Parasitologie et mycologie	Médecine
BOUET Pierre-Emmanuel	Gynécologie-obstétrique	Médecine
BOUVARD Béatrice	Rhumatologie	Médecine
BOURSIER Jérôme	Gastroentérologie ; hépatologie	Médecine
BRIET Marie	Pharmacologie	Médecine
CALES Paul	Gastroentérologie ; hépatologie	Médecine
CAMPONE Mario	Cancérologie ; radiothérapie	Médecine
CAROLI-BOSC François-Xavier	Gastroentérologie ; hépatologie	Médecine
CONNAN Laurent	Médecine générale	Médecine
COPIN Marie-Christine	Anatomie et cytologie pathologiques	Médecine
COUTANT Régis	Pédiatrie	Médecine
CUSTAUD Marc-Antoine	Physiologie	Médecine
DE CASABIANCA Catherine	Médecine Générale	Médecine
DESCAMPS Philippe	Gynécologie-obstétrique	Médecine
D'ESCATHA Alexis	Médecine et santé au travail	Médecine
DINOMAS Mickaël	Médecine physique et de réadaptation	Médecine
DIQUET Bertrand	Pharmacologie	Médecine
DUBEE Vincent	Maladies Infectieuses et Tropicales	Médecine
DUCANCELLE Alexandra	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière	Médecine
DUVAL Olivier	Chimie thérapeutique	Pharmacie
DUVERGER Philippe	Pédopsychiatrie	Médecine
EVEILLARD Mathieu	Bactériologie-virologie	Pharmacie
FAURE Sébastien	Pharmacologie physiologie	Pharmacie
FOURNIER Henri-Dominique	Anatomie	Médecine
FURBER Alain	Cardiologie	Médecine

GAGNADOUX Frédéric	Pneumologie	Médecine
GOHIER Bénédicte	Psychiatrie d'adultes	Médecine
GUARDIOLA Philippe	Hématologie ; transfusion	Médecine
GUILET David	Chimie analytique	Pharmacie
GUITTON Christophe	Médecine intensive-réanimation	Médecine
HAMY Antoine	Chirurgie générale	Médecine
HENNI Samir	Médecine Vasculaire	Médecine
HUNAUT-BERGER Mathilde	Hématologie ; transfusion	Médecine
IFRAH Norbert	Hématologie ; transfusion	Médecine
JEANNIN Pascale	Immunologie	Médecine
KEMPF Marie	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière	Médecine
LACCOURREYE Laurent	Oto-rhino-laryngologie	Médecine
LAGARCE Frédéric	Biopharmacie	Pharmacie
LARCHER Gérald	Biochimie et biologie moléculaires	Pharmacie
LASOCKI Sigismond	Anesthésiologie-réanimation	Médecine
LEGENDRE Guillaume	Gynécologie-obstétrique	Médecine
LEGRAND Erick	Rhumatologie	Médecine
LERMITE Emilie	Chirurgie générale	Médecine
LEROLLE Nicolas	Réanimation	Médecine
LUNEL-FABIANI Françoise	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière	Médecine
MARCHAIS Véronique	Bactériologie-virologie	Pharmacie
MARTIN Ludovic	Dermato-vénéréologie	Médecine
MAY-PANLOUP Pascale	Biologie et médecine du développement et de la reproduction	Médecine
MENEI Philippe	Neurochirurgie	Médecine
MERCAT Alain	Réanimation	Médecine
PAPON Nicolas	Parasitologie et mycologie médicale	Pharmacie
PASSIRANI Catherine	Chimie générale	Pharmacie
PELLIER Isabelle	Pédiatrie	Médecine
PETIT Audrey	Médecine et Santé au Travail	Médecine
PICQUET Jean	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire	Médecine
PODEVIN Guillaume	Chirurgie infantile	Médecine
PROCACCIO Vincent	Génétique	Médecine
PRUNIER Delphine	Biochimie et Biologie Moléculaire	Médecine
PRUNIER Fabrice	Cardiologie	Médecine
REYNIER Pascal	Biochimie et biologie moléculaire	Médecine
RICHARD Isabelle	Médecine physique et de réadaptation	Médecine
RICHOMME Pascal	Pharmacognosie	Pharmacie
RODIEN Patrice	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques	Médecine
ROQUELAURE Yves	Médecine et santé au travail	Médecine
ROUGE-MAILLART Clotilde	Médecine légale et droit de la santé	Médecine
ROUSSEAU Audrey	Anatomie et cytologie pathologiques	Médecine
ROUSSEAU Pascal	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique	Médecine

ROUSSELET Marie-Christine	Anatomie et cytologie pathologiques	Médecine
ROY Pierre-Marie	Médecine d'urgence	Médecine
SAULNIER Patrick	Biophysique et Biostatistiques	Pharmacie
SERAPHIN Denis	Chimie organique	Pharmacie
SCHMIDT Aline	Hématologie ; transfusion	Médecine
TRZEPIZUR Wojciech	Pneumologie	Médecine
UGO Valérie	Hématologie ; transfusion	Médecine
URBAN Thierry	Pneumologie	Médecine
VAN BOGAERT Patrick	Pédiatrie	Médecine
VENARA Aurélien	Chirurgie viscérale et digestive	Médecine
VENIER-JULIENNE Marie-Claire	Pharmacotechnie	Pharmacie
VERNY Christophe	Neurologie	Médecine
WILLOTEAUX Serge	Radiologie et imagerie médicale	Médecine

#### MAÎTRES DE CONFÉRENCES

ANGOULVANT Cécile	Médecine Générale	Médecine
BAGLIN Isabelle	Chimie thérapeutique	Pharmacie
BASTIAT Guillaume	Biophysique et Biostatistiques	Pharmacie
BEAUVILLAIN Céline	Immunologie	Médecine
BEGUE Cyril	Médecine générale	Médecine
BELIZNA Cristina	Médecine interne	Médecine
BELONCLE François	Réanimation	Médecine
BENOIT Jacqueline	Pharmacologie	Pharmacie
BESSAGUET Flavien	Physiologie Pharmacologie	Pharmacie
BIERE Loïc	Cardiologie	Médecine
BLANCHET Odile	Hématologie ; transfusion	Médecine
BOISARD Séverine	Chimie analytique	Pharmacie
BRIET Claire	Endocrinologie, Diabète et maladies métaboliques	Médecine
BRIS Céline	Biochimie et biologie moléculaire	Pharmacie
CAPITAIN Olivier	Cancérologie ; radiothérapie	Médecine
CASSEREAU Julien	Neurologie	Médecine
CHEVALIER Sylvie	Biologie cellulaire	Médecine
CLERE Nicolas	Pharmacologie / physiologie	Pharmacie
COLIN Estelle	Génétique	Médecine
DERBRE Séverine	Pharmacognosie	Pharmacie
DESHAYES Caroline	Bactériologie virologie	Pharmacie
FERRE Marc	Biologie moléculaire	Médecine
FORTRAT Jacques-Olivier	Physiologie	Médecine
GUELFF Jessica	Médecine Générale	Médecine
HAMEL Jean-François	Biostatistiques, informatique médicale	Médecine
HELESBEUX Jean-Jacques	Chimie organique	Pharmacie

HERIVAUX Anaïs	Biotechnologie	Pharmacie
HINDRE François	Biophysique	Médecine
JOUSSET-THULLIER Nathalie	Médecine légale et droit de la santé	Médecine
JUDALET-ILLAND Ghislaine	Médecine générale	Médecine
KHIATI Salim	Biochimie et biologie moléculaire	Médecine
KUN-DARBOIS Daniel	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie	Médecine
LACOEUILLE Franck	Radiopharmacie	Pharmacie
LANDREAU Anne	Botanique/ Mycologie	Pharmacie
LEBDAI Souhil	Urologie	Médecine
LEGEAY Samuel	Pharmacocinétique	Pharmacie
LEMEE Jean-Michel	Neurochirurgie	Médecine
LE RAY-RICHOMME Anne- Marie	Pharmacognosie	Pharmacie
LEPELTIER Elise	Chimie générale	Pharmacie
LETOURNEL Franck	Biologie cellulaire	Médecine
LIBOUBAN Hélène	Histologie	Médecine
LUQUE PAZ Damien	Hématologie biologique	Médecine
MABILLEAU Guillaume	Histologie, embryologie et cytogénétique	Médecine
MALLET Sabine	Chimie Analytique	Pharmacie
MAROT Agnès	Parasitologie et mycologie médicale	Pharmacie
MESLIER Nicole	Physiologie	Médecine
MIOT Charline	Immunologie	Médecine
MOUILLIE Jean-Marc	Philosophie	Médecine
NAIL BILLAUD Sandrine	Immunologie	Pharmacie
PAILHORIES Hélène	Bactériologie-virologie	Médecine
PAPON Xavier	Anatomie	Médecine
PASCO-PAPON Anne	Radiologie et imagerie médicale	Médecine
PECH Brigitte	Pharmacotechnie	Pharmacie
PENCHAUD Anne-Laurence	Sociologie	Médecine
PIHET Marc	Parasitologie et mycologie	Médecine
POIROUX Laurent	Sciences infirmières	Médecine
PY Thibaut	Médecine Générale	Médecine
RAMOND-ROQUIN Aline	Médecine Générale	Médecine
RINEAU Emmanuel	Anesthésiologie réanimation	Médecine
RIOU Jérémie	Biostatistiques	Pharmacie
RIQUIN Elise	Pédopsychiatrie ; addictologie	Médecine
ROGER Emilie	Pharmacotechnie	Pharmacie
SAVARY Camille	Pharmacologie-Toxicologie	Pharmacie
SCHMITT Françoise	Chirurgie infantile	Médecine
SCHINKOWITZ Andréas	Pharmacognosie	Pharmacie
SPIESSER-ROBELET Laurence	Pharmacie Clinique et Education Thérapeutique	Pharmacie
TESSIER-CAZENEUVE Christine	Médecine Générale	Médecine
TEXIER-LEGENDRE Gaëlle	Médecine Générale	Médecine
VIAULT Guillaume	Chimie organique	Pharmacie

## AUTRES ENSEIGNANTS

<b>PRCE</b>		
AUTRET Erwan	Anglais	Médecine
BARBEROUSSE Michel	Informatique	Médecine
BRUNOIS-DEBU Isabelle	Anglais	Pharmacie
FISBACH Martine	Anglais	Médecine
O'SULLIVAN Kayleigh	Anglais	Médecine
<b>PAST</b>		
CAVAILLON Pascal	Pharmacie Industrielle	Pharmacie
DILÉ Nathalie	Officine	Pharmacie
MOAL Frédéric	Pharmacie clinique	Pharmacie
PAPIN-PUREN Claire	Officine	Pharmacie
SAVARY Dominique	Médecine d'urgence	Médecine
<b>ATER</b>		
Arrivée prévue nov 2021	Immunologie	Pharmacie
<b>PLP</b>		
CHIKH Yamina	Economie-gestion	Médecine
<b>AHU</b>		
CORVAISIER Mathieu	Pharmacie Clinique	Pharmacie
IFRAH Amélie	Droit de la Santé	Pharmacie
LEBRETON Vincent	Pharmacotechnie	Pharmacie



# REMERCIEMENTS

Je souhaite remercier Le **Professeur Richard**, le **professeur Dinomais** et le **Docteur Puyfaucon** d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse.

Je remercie le **Dr Ali** d'avoir tout d'abord accepté d'encadrer mon travail de recherches, de m'avoir aiguillé, aidé tout au long de celui-ci et d'avoir été patiente malgré les difficultés.

Je remercie également le **Professeur Dinomais** pour avoir repris la suite de mon projet de thèse et m'avoir accompagné jusqu'au bout.

Je souhaiterais tout d'abord remercier mes parents sans qui je ne serai pas là aujourd'hui. Je n'aurai pas assez d'une vie pour vous exprimer ma gratitude. Merci d'avoir été présents durant toutes ces années, de m'avoir soutenu psychologiquement au cours de ces études qui ont parfois été très difficiles. Je suis heureuse que vous puissiez être présents aujourd'hui, j'ai tout fait et je ferai toujours tout pour que vous puissiez être fiers de moi.

J'aimerai ensuite remercier mon incroyable mari qui m'a soutenu durant toutes ces années de médecine et qui continue de me soutenir durant les coups durs de l'internat. Merci d'avoir été présent, je sais que ces années n'ont pas été les meilleures de notre vie mais nous n'avons jamais été aussi proches de la fin et nous pourrons bientôt profiter pleinement le reste de notre vie.

Merci à ma famille, la meilleure de toute, qui m'a vu évoluer ces dix dernières années et m'a entendu me plaindre à bien des occasions (tata Samy, tonton Didou, tata Soso, Mehdi, ...). Vous êtes les meilleurs.

Je voudrai également citer mes merveilleux amis que j'ai rencontrés pour la majorité au cours de ces années et avec qui j'ai partagé des souvenirs inoubliables, des fous rires à la BU, du stress avant les exams, des craquages complet en D4,... A ces amis qui m'ont accompagné durant toutes ces années (Céline, Brunnhilde, Lynn, Ichem, Jordan, Camille, Lola, Alex,...).

Je voudrai particulièrement remercier deux personnes qui ont joué un rôle important au cours de ma formation et qui m'ont permis de façonner le médecin que je suis et que je serai plus tard.

Au Dr Esnault, merci d'avoir cru en moi. Merci de m'avoir fait comprendre que l'on n'est pas mauvais parce que l'on ne rentre pas dans les cases. Merci de m'avoir toujours poussé à recherche par moi-même les connaissances dont j'avais besoin, de m'avoir poussé à ne pas être médiocre. Je n'oublierai pas ces six mois passés ensemble. Tu as été un chef EXTRA sur tous les points et je t'en serai toujours reconnaissante.

Au Dr Audat, merci d'avoir été pédagogue, d'avoir pris le temps entre deux consultations de m'expliquer certaines choses. Merci de ne pas m'avoir réduit à de simples erreurs. Merci de m'avoir montré que simplement critiquer ne menait à rien et qu'il faut apprendre de ses erreurs de la bonne manière. Tu as été une super chef sur bien des aspects et j'ai hâte de pouvoir retravailler avec toi l'an prochain.

Pour finir, j'aimerai remercier les co-internes avec qui j'ai passé de super semestres (team gériatrie avec mon cher trio Marion et Thomas, team de l'Arche 2022), Magali Lieron (de loin la meilleure secrétaire du monde), l'équipe d'Iris et l'équipe de gériatrie. Merci pour ces moments passés ensemble qui m'ont beaucoup appris.

## Liste des abréviations

[illegible]

## **Plan**

### **LISTE DES ABREVIATIONS**

### **RESUME**

### **INTRODUCTION**

### **MÉTHODE**

Design de l'étude

Population

Description de l'intervention

Critère de jugement principal

Critère de jugement secondaire

Test statistique

Ethique

### **RÉSULTATS**

Population étudiée

Etude du critère de jugement principal

Etude du critère de jugement secondaire

Design de l'étude

Population

Description de l'intervention

Critère de jugement principal

Critère de jugement secondaire

Test statistique

Ethique

### **DISCUSSION ET CONCLUSION**

### **BIBLIOGRAPHIE**

### **ANNEXES**

### **TABLE DES MATIERES**

## RESUME

**Introduction :** Les douleurs chroniques concernent 30% de la population française et représentent un problème de santé publique. La thérapie miroir permettrait de rétablir un schéma somatosensoriel non douloureux et, en association à une rééducation conventionnelle, d'améliorer les douleurs d'origine neuropathique et locomotrice. Le dispositif de thérapie miroir informatisée IVS3<sup>™</sup> DESSINTEY permettrait de réaliser ce type de thérapie en soin courant de façon aisée, reproductible et objective dans sa réalisation. L'objectif serait de démontrer l'intérêt de l'utilisation de ce dispositif dans la prise en charge de la douleur chronique et/ou de la préhension manuelle chez des patients en rééducation.

**Méthode :** Etude de type single case experimental design en soins courants, monocentrique sur quatre sujets. Critères d'inclusion : âge > 18 ans, douleurs chroniques du membre supérieur suites à une affection neurologique, locomotrice et/ou syndrome douloureux régional complexe (SDRC), échelle numérique (EN) de la douleur supérieure ou égale à 3/10. Critères d'exclusion : âge < 18 ans, troubles cognitifs majeurs, troubles visuels, épilepsie non contrôlée, fatigabilité majeure. Critère de jugement principal : Réduction significative des douleurs selon l'EN. Critère de jugement secondaire : Amélioration de la dextérité globale des patients au Box and Block test.

**Résultats :** Diminution significative de la douleur dans le SDRC de type I sur méningiome : Tau-U à -0,3237 ( $p = 0,0297$ ) et accident vasculaire cérébral ischémique (AVC) : Tau-U à -0,6842 ( $p = 0,0479$ ). Augmentation significative de la douleur dans le SDRC de type II : Tau -U à 0,3333 ( $p = 0,0328$ ). Absence de modification significative de la perception douloureuse dans le traumatisme du poignet :  $p > 0,5$ . Critère de jugement secondaire : Amélioration significative de la dextérité dans l'AVC et le SDRC de type II sur traumatisme du poignet.

**Discussion :** L'utilisation du dispositif de thérapie miroir informatisée IVS3<sup>™</sup>DESSINTEY semble efficace dans la prise en charge de la douleur chronique avec une amélioration de la préhension manuelle chez le patient avec un antécédent d'accident vasculaire cérébral. Cependant, absence d'amélioration significative dans le cadre du SDRC de type I et du traumatisme de poignet voire augmentation des douleurs dans le cadre du SDRC de type II. Intérêt de réaliser des études avec un plus grand échantillon et évaluer le retentissement fonctionnel de l'utilisation du dispositif.

## INTRODUCTION

Les douleurs chroniques concernent 30% de la population française (1). Responsables de limitations d'activités et de restrictions de participation impactant la qualité de vie, elles représentent une véritable problématique de santé publique avec des enjeux socioéconomiques (coût des soins/ arrêt de travail). Parmi elles, les douleurs neuropathiques représentent 7% (1). Le syndrome douloureux régional complexe (SDRC) a quant à lui une incidence de 5-6 pour 100 000 personnes (2). Il s'agit d'un tableau clinique douloureux régional ne correspondant pas à un territoire nerveux périphérique (tronculaire, radiculaire) et dont la douleur est disproportionnée en intensité ou dans son évolution temporelle par rapport à l'évolution habituelle d'un traumatisme ou de toute autre cause. Il s'associe également à différents symptômes (sensitifs, sudo-moteurs, vasomoteurs ou trophiques) dont la durée est variable (2). Le diagnostic de SDRC est clinique et se base sur les critères de Budapest (3). Il en existe 2 types : On parle de type I lorsqu'il n'y a pas de lésion nerveuse associée. Lorsqu'il existe une lésion nerveuse périphérique, on parle de type II (2). Les mécanismes physiopathologiques à l'origine des douleurs chroniques sont multiples et complexes, incluant une dimension sensorielle, psychique et neurologique avec un dysfonctionnement du cortex sensitivomoteur et thalamique (4)(5)(6). Quant à la prise en charge thérapeutique médicamenteuse, elle reste encore aujourd'hui difficile avec peu d'efficacité et des effets indésirables non négligeables (7)(8).

Il existe néanmoins des thérapies physiques comme la neurostimulation électrique transcutanée (TENS), la cryothérapie, ou encore la thérapie miroir à travers laquelle on tente d'établir une nouvelle conscience motrice et somatosensorielle de son corps via des afférences transmises par le système visuel à travers l'utilisation de neurones visuomoteurs et de neurones miroir.

Expérimentée pour la première fois en 1995 par le docteur Vilayanur Ramachandran pour traiter les douleurs de membre fantôme chez des patients amputés, cette technique a été étendue aux patients présentant un déficit sensitivomoteur post accident vasculaire cérébral (AVC) en 1999 (9)(10). Pour se faire, on place un miroir en position sagittale pour masquer le membre douloureux. Le patient mobilise le membre supérieur non lésé et le miroir renvoie l'image d'un membre fonctionnel sur le côté

pathologique. Cela permet de rétablir une cohérence entre la commande motrice et le feedback visuel, permettant ainsi d'activer des aires cérébrales similaires que nous regardions ou réalisions un mouvement via les neurones miroirs (11)(12)(13)(14). L'intérêt de la thérapie miroir, en association avec une rééducation traditionnelle, aurait été mis en évidence dans de nombreuses études notamment pour la récupération motrice et le traitement des douleurs neuropathiques post-AVC (15), le SDRC de type I et II (16)(17) ou la prise en charge de douleurs d'origine locomotrices (18) (19). De plus, cette méthode reste peu invasive et sans effet indésirable. Cependant, il existe des limites à cette technique tant du point de vu du patient (difficultés de réaliser une double tâche motrice, utilisation limitée à un héli espace) que du point de vu du rééducateur (difficultés de concevoir des programmes et de les adapter aux progrès du patient, besoin d'accompagner le patient pendant toute la durée de la séance, difficulté organisationnelle au sein du programme de rééducation).

Avec l'avènement des nouvelles technologies et de l'innovation numérique en santé, plusieurs dispositifs ont vu le jour et ont été intégrés dans la prise en charge rééducative des patients et notamment dans la prise en charge de la douleur comme la réalité virtuelle (20)(21) ou encore le dispositif informatisé de VisuoMotrice IVS3 <sup>TM</sup> DESSINTEY□ utilisant le principe de thérapie miroir informatisé pour le patient. Utilisé en pratique clinique par les ergothérapeutes et les kinésithérapeutes, ce dernier se présente sous forme d'un grand écran composé d'une caméra qui enregistre un mouvement réalisé par le sujet avec son membre sain. L'image est ensuite transposée au membre pathologique que l'on place sous l'écran. Il existe plusieurs exercices prédéfinis mais aussi différents algorithmes permettant d'adapter les séances en fonction des déficits initiaux du patient et de leur évolution. Le rééducateur peut lui aussi ajouter des exercices et guider la rééducation de son patient. Dans le cadre de la prise en charge des douleurs, l'idée est de « leurrer » le cerveau en coupant le lien entre la production du mouvement et le réflexe douloureux erroné qui s'en suit par le biais d'un feedback non douloureux. Le dispositif de thérapie miroir informatisée pourrait permettre d'adapter les exercices en fonction des pathologies et de leur évolution. De plus ce dispositif pourrait potentiellement, s'il est bien maîtrisé par le patient, lui permettre de bénéficier de plus de séances de rééducation,

réalisées plus en autonomie. Enfin, le dispositif permet une traçabilité des séances afin de pouvoir évaluer les progrès des patients.

Notre objectif est de tester l'intérêt éventuel du dispositif de thérapie miroir informatisée IVS3 DESSINTEY□ dans la prise en charge de la douleur chronique et la préhension manuelle chez des patients suivis dans le service de médecine physique et de réadaptation adulte. L'utilisation de cet appareil, en rééducation conventionnelle, sur des douleurs chroniques du membre supérieur, de mécanismes différents, a encore été peu étudiée dans la littérature bien qu'utilisé en soins courants.

## **MÉTHODES**

### **Design de l'étude :**

Nous avons réalisé une étude de type « single case experimental design » (SCED), monocentrique en soins courants chez des patients hospitalisés en hospitalisation de jour ou conventionnelle dans le service de Médecine Physique et de Réadaptation adulte à Angers.

### **Population :**

#### **Critères d'inclusion et d'exclusion :**

Les critères d'inclusion étaient l'âge > 18 ans, patient prise en charge en soin courant aux Capucins, l'accord du patient pour participer à l'étude, la présence de douleurs chroniques du membre supérieur secondaire à une affection neurologique ou locomotrice, une échelle numérique de la douleur (EN) supérieure ou égale à 3/10 et/ou SDRC identifié par les critères de Budapest. Les critères d'exclusion étaient l'âge < 18 ans, le refus du patient de participer à l'étude, la présence de troubles cognitifs majeurs avec notamment des troubles de la compréhension, des troubles visuels à type d'amputation du champ visuel, basse vision, une épilepsie non contrôlée et une fatigabilité majeure empêchant une rééducation intensive en centre de rééducation.

### **Description de l'intervention :**

Le patient est assis sur un fauteuil face à une table disposant d'un grand écran avec une caméra. Il place initialement son membre supérieur sain sous l'écran. Le thérapeute lui demande ensuite d'exécuter une tâche dirigée ou non dirigée dont le mouvement est enregistré par la caméra. L'image recueillie est alors transposée au membre pathologique que le patient positionne sous l'écran dans un deuxième temps (image 1). Dans le cadre de la prise en charge de la douleur, afin de redéfinir le lien entre la douleur et la réalisation du mouvement, le patient commence par regarder le mouvement réalisé sur l'écran sans mobilisation de son membre pathologique. Par la suite, il réalise le mouvement avec son membre pathologique en même temps que l'image renvoyée mais à une vitesse et une amplitude initialement plus faible. Au fil des séances et en fonction des capacités fonctionnelles, on augmente l'amplitude, la vitesse, la force et la complexité du mouvement.



***Image 1 : Utilisation du dispositif de thérapie miroir informatisée***

Dans cette étude, les patients ont bénéficié d'une prise en charge en soins courants dans le cadre d'une rééducation conventionnelle de 2 à 4h par jour associée à un programme de rééducation par thérapie miroir informatisée IVS3™DESSINTEY□, à raison d'une séance de 30 minutes par jour, encadré par un kinésithérapeute ou un ergothérapeute formé au dispositif, cinq fois par semaine pendant 4 semaines



au total. Ce protocole a été établi après avoir fait une synthèse des protocoles utilisés dans la revue de littérature (15)(16)(22). Les exercices comprenaient des tâches orientées et non orientées, la quantité de mouvements réalisés était laissée à l'appréciation du thérapeute.

Nous avons réalisé une évaluation séquentielle quotidienne en pré, per et post thérapeutique dans le cadre du bilan habituel de la prise en charge à l'aide de l'échelle numérique (EN).

### **Critère de jugement principal :**

Le critère de jugement principal était une réduction de la moyenne de la douleur évaluée selon l'échelle numérique douleur au repos après utilisation du dispositif DESSINTEY□, en association à de la rééducation conventionnelle.

### **Critère de jugement secondaire :**

Le critère de jugement secondaire était une amélioration de la dextérité globale du membre supérieur douloureux via une augmentation du nombre de cubes passés d'un compartiment à l'autre mesuré par le box and block test.

Afin d'évaluer la dextérité globale des patients, nous avons utilisé le test de box and block test (BBT). Il s'agit d'une caisse en bois à deux compartiments de dimensions égales contenant 150 cubes en bois. Le patient est assis à une table devant cette caisse. Au départ, tous les cubes de bois colorés sont placés dans un compartiment. Le but est de déplacer le plus de cubes possibles d'un compartiment à l'autre avec une seule main et tout cela en 60 secondes. Le patient peut bénéficier d'une période d'essai de 15 secondes avant le début des tests (annexe 1). Le score total correspond au nombre de cubes se trouvant dans le compartiment opposé. En moyenne, un homme en bonne santé transfère 78 blocs ( $\pm 10.4$ ) avec la main droite et de 76 blocs ( $\pm 9.5$ ) avec la main gauche. Les scores pour une femme en bonne santé sont situés entre 63 et 76 blocs (23).

### **Test statistique :**

Nous avons réalisé une étude expérimentale en cas unique ou SCED « single case experimental design ». Ce type d'étude statistique, défini à priori, est intéressant car il permet de mettre en évidence avec un haut niveau de preuve l'efficacité d'une intervention tout en palliant à un certain nombre de biais méthodologiques comme un faible nombre de patients, la présence de profils hétérogènes ou encore l'absence de groupe contrôle (24). Afin de pouvoir évaluer l'efficacité d'une thérapeutique, chaque patient est son propre témoin. L'intervention s'effectue suivant une introduction randomisée séquentielle et les mesures sont réalisées de façon répétée en pré, per et post interventionnel sur un temps défini. Dans la méthodologie SCED, il existe plusieurs phases d'évaluation : La première phase est réalisée avant l'intervention. Le recueil de mesures répétées permet de définir une « ligne de tendance », représentative du comportement du patient avant le début de la prise en charge thérapeutique. La deuxième phase concerne la période interventionnelle où les mesures répétées se poursuivent et où l'introduction de la thérapie se fait de manière séquentielle et randomisée. Une troisième phase post interventionnelle a été réalisée dans notre étude pour évaluer les effets de la thérapie après l'arrêt de celle-ci. Chaque phase doit comporter au moins trois mesures pour obtenir une validité statistique satisfaisante (25).

L'interprétation des résultats se fait tout d'abord à travers une analyse visuelle qui comprend plusieurs paramètres comme la moyenne ou la médiane, la tendance du patient au cours de chaque phase, la variation des données durant l'intervention et le possible chevauchement des points (24)(25).

La moyenne est calculée en fonction des données de chaque phase. La ligne de tendance représente pour chaque phase l'évolution ascendante ou descendante des données. Projetée sur la phase d'intervention, elle peut mettre en avant une amélioration en rapport avec l'évolution naturelle de la pathologie. Les données sont dites cohérentes si  $> 80\%$  des points se situent dans l'enveloppe de la ligne de tendance. On peut supposer qu'il existe un effet de la thérapie si au moins deux points consécutifs se situent en dehors de la ligne de base lors de la phase de thérapie. Enfin, il est possible de conclure en un effet progressif ou tardif de la thérapie en comparant la moyenne de chaque phase

avec la moyenne des trois derniers points de chaque phase (correspondant au « percentage change index » (PCI)) sans pouvoir juger de la significativité de l'analyse visuelle. Lorsque la PCI est supérieure à la MBD, on peut conclure à un effet tardif de la thérapie.

L'analyse visuelle s'associe au calcul d'indicateurs statistiques. Nous utilisons ici l'indicateur Tau-U, qui permet de calculer la taille de l'effet de la thérapeutique en prenant en compte la tendance de chaque phase. Un Tau-U à 0 correspond à l'absence d'effet de l'intervention contrairement à un Tau-U à 1 associé à un effet maximal. Le résultat est considéré comme significatif si  $p < 0.05$ .

### **Ethique :**

Dans le cadre d'une étude réalisée en soins courant, le protocole a été approuvé par le comité d'éthique du CHU d'Angers (n° 2021-220).

## **RÉSULTATS**

### **Population étudiée :**

Le recrutement des patients a eu lieu du 1er janvier 2019 au 31 décembre 2019 dans le centre de rééducation fonctionnelle des Capucins à Angers. Au total, treize sujets douloureux chroniques étaient éligibles à l'étude. Après application des critères d'inclusion et d'exclusion, quatre sujets ont finalement été inclus dans l'étude dont deux hommes et deux femmes. Un des sujets présentait un syndrome douloureux régional complexe de type I dans le cadre d'un méningiome frontal droit, le second sur des douleurs neuropathiques post AVC ischémique sylvien droit, le troisième présentait des douleurs suite à une entorse du poignet gauche post traumatique et le dernier sur un SDRC de type II sur une atteinte du canal carpien post chirurgicale (tableau 1)

Tableau I : tableau descriptif de la population étudiée.

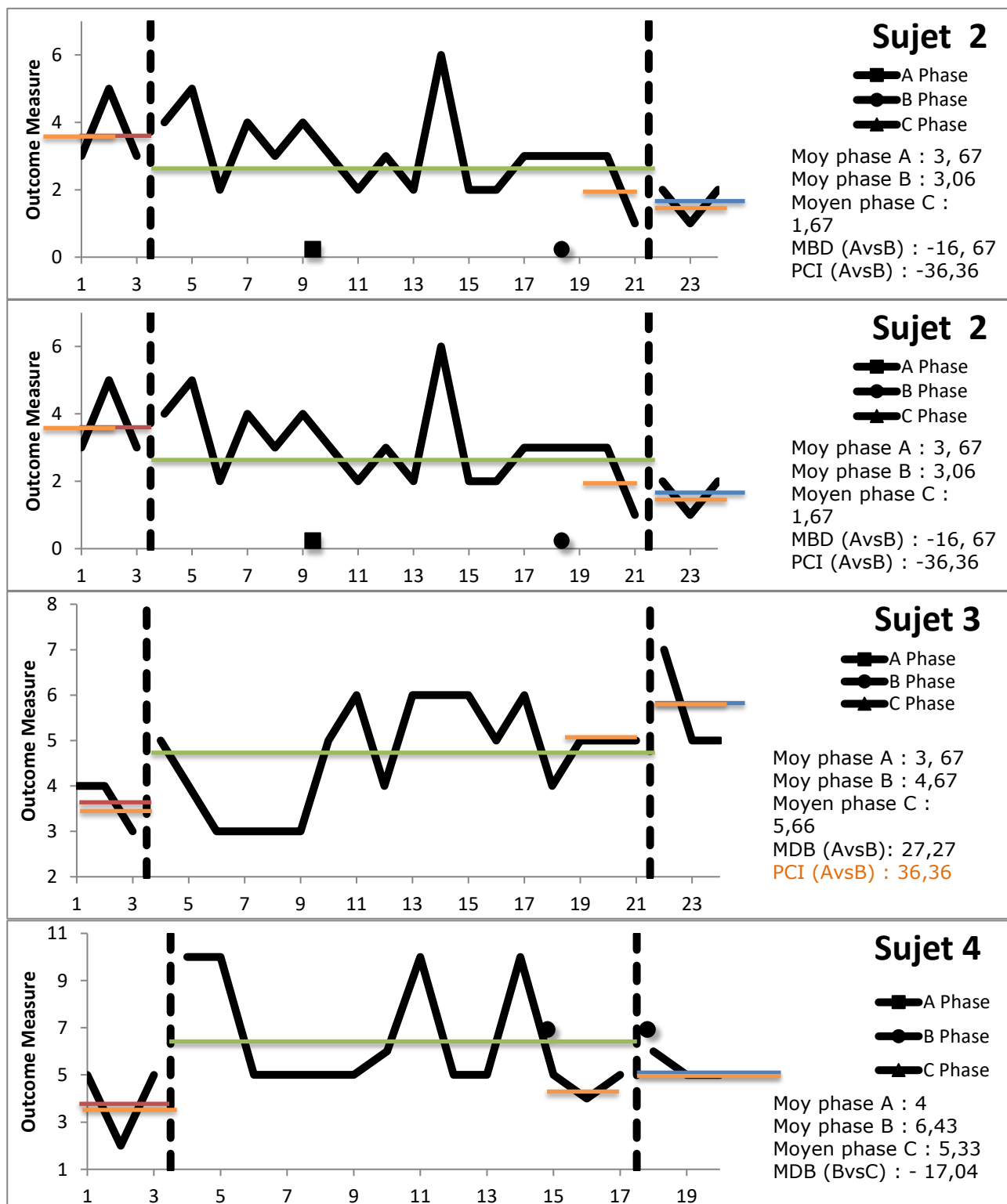
Pat	Sexe	Age (années)	Latéralité	Pathologie	Côté atteint	Délai de prise en charge	Antalgie au cours de l'intervention
1	Femme	66	Droite	SDRC type I sur méningiome frontal droit	Membre supérieur gauche	5 mois	Doliprane
2	Femme	44	Droite	AVC ischémique sylvien droit	Membre supérieur gauche	13 mois	Doliprane
3	Homme	43	Gauche	Entorse du poignet gauche post traumatique	Membre supérieur gauche	48 mois	Laroxyl, Cymbalta, Paracétamol, TENS
4	Homme	59	Droite	SDRC type II en post chirurgie d'un canal carpien	Membre supérieur gauche	27 mois	Cymbalta, TENS, bains écossais

### Etude du critère de jugement principal :

Concernant l'analyse visuelle des résultats que l'on peut observer sur la figure 1, il existe une légère augmentation de la moyenne des valeurs de l'EN lors de la phase d'intervention (phase B) à **3,78** (SD : 0,90) par rapport à la phase pré interventionnelle (phase A) à **3,67** (SD : 0,55) avec un effet progressif de l'intervention chez le premier sujet. Pour le sujet 2, on observe une diminution de la moyenne lors de la phase B à **3,06** (SD : 1,15) par rapport à la phase A à **3,67** (SD : 1,10) avec un profil évolutif progressif. Concernant le sujet 3, on note une franche augmentation de la moyenne à **4,67** (SD : 1,08) par rapport à la phase A à **3,67** (SD : 0,55) avec un effet négatif tardif de la rééducation. On observe une augmentation de la moyenne chez le sujet 4 à **6,43** (SD : 2,24) par rapport à la phase pré interventionnelle à **4,00** (SD : 1,63) avec un profil évolutif progressif.

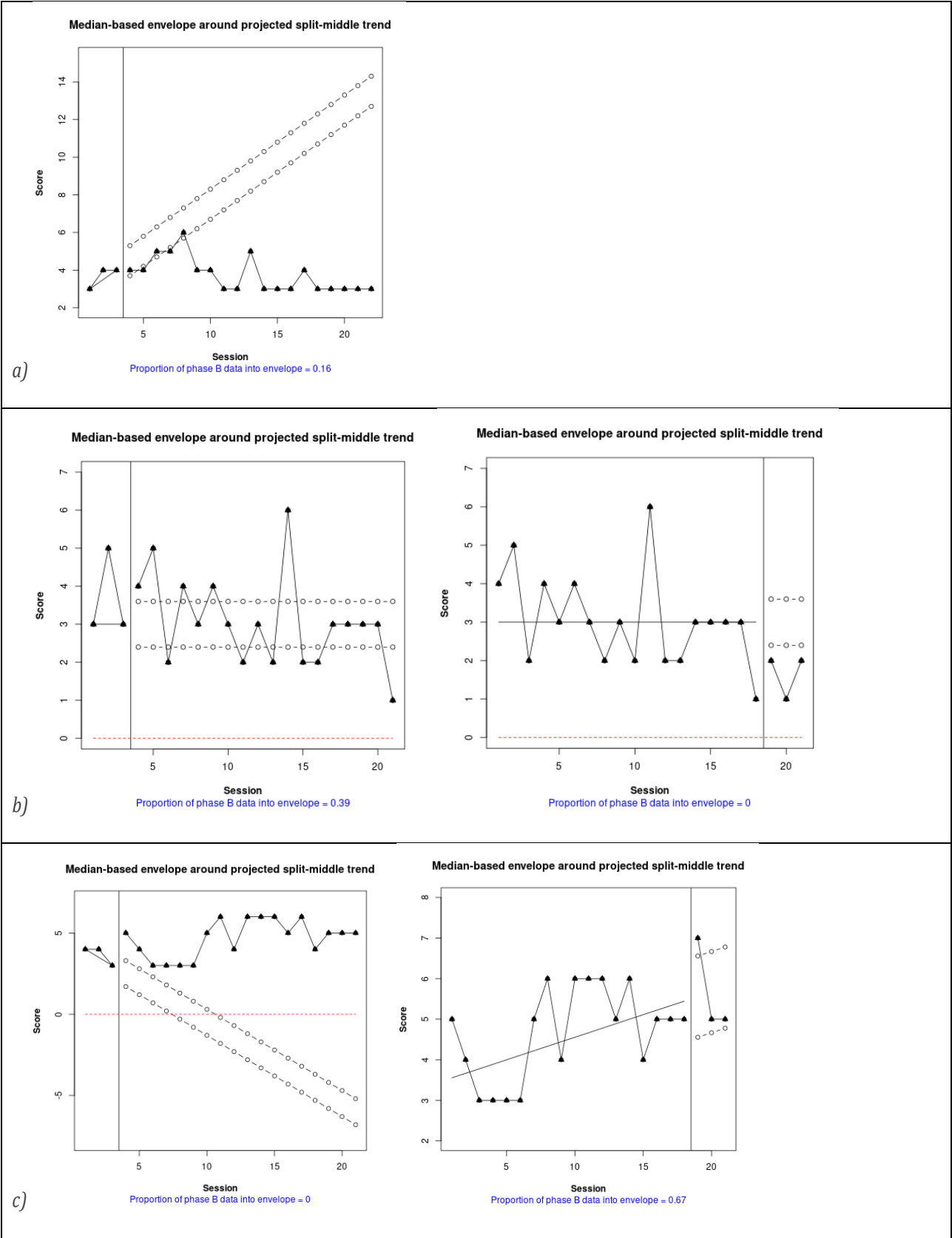
La figure 2 correspond à l'écart-type autour de la moyenne qui montre la variabilité des données (16). Concernant notre analyse, le sujet 1 présente plusieurs mesures en dessous de la zone d'écart type en faveur d'une efficacité liée à l'intervention lors de la phase interventionnelle. Le sujet 3 présente plusieurs mesures consécutives au-dessus de la zone en faveur d'un effet délétère de l'intervention. Nous ne pouvons pas conclure sur l'effet de l'intervention pour les sujets 2 et 4 car les mesures recueillies restent dans l'enveloppe d'écart type au cours de la phase d'intervention. En comparant les phases B et C soit la phase interventionnelle et post interventionnelle, on peut noter que pour le sujet 2, les trois points consécutifs sont en dessous de la ligne de base et en dessous de l'enveloppe de l'écart type en faveur d'une amélioration tardive des douleurs liée à l'intervention. Pour les sujets 3 et 4, les résultats sont non interprétables en raison de l'absence de plusieurs mesures consécutives en dehors de l'écart-type. Concernant le sujet 1, il n'existe pas de graphique sur la phase post interventionnelle due à un manque de données chez ce sujet.

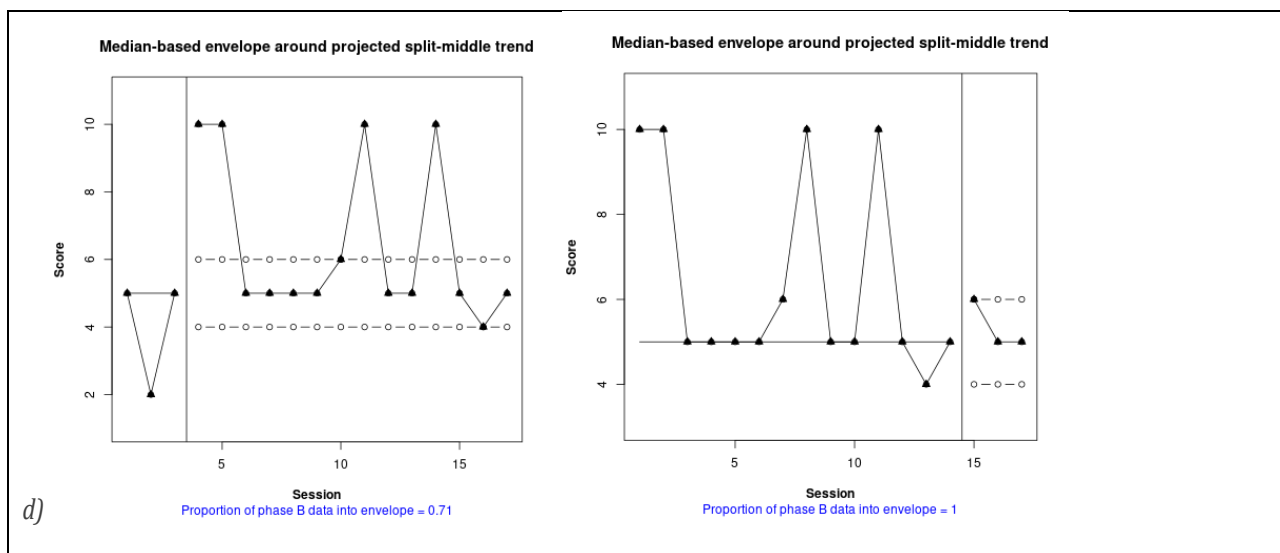
Figure 1 : Analyse de l'évolution de moyenne de la douleur entre les différentes phases :



De haut en bas : sujet 1 au sujet 4. La ligne rouge correspond à la moyenne de la phase A, la ligne verte à la moyenne de la phase B et la ligne bleue à la moyenne de la phase C. La ligne orange correspond à la moyenne des trois derniers points de chaque phase (phase A : pré interventionnelle, phase B : interventionnelle, phase C : post interventionnelle). Le PCI représente le pourcentage d'augmentation ou de diminution de moyenne entre les phases.

Figure 2 : Analyse de l'écart-type autour de la moyenne





Projection de l'écart-type autour de la moyenne de la phase A sur la phase B. a) Sujet 1 b) Sujet 2, c) Sujet 3, d) Sujet 4. Figure de gauche représente la projection de l'enveloppe de deux écarts-types autour de la moyenne de la phase A sur la phase B et la figure de droite représente la projection des deux écarts-types autour de la moyenne de la phase B sur la phase C.

Concernant l'analyse statistique, on met en évidence une diminution significative de la douleur chez le sujet 1 avec un Tau-U à - 0,3237 (p : 0,0297) entre les phases A et B. Pour le sujet 2, il existe une diminution significative de la douleur en post interventionnel avec un Tau-U à -0,6842 (p : 0,0479) mais absence de résultats significatifs au cours de la phase interventionnelle avec un Tau-U à - 0,2899 (p : 0,0595). Pour le sujet 3, augmentation significative de la douleur durant la phase B avec un Tau-U à 0,3333 (p : 0,0328) mais absence de résultats significatifs au cours de la phase C avec un Tau-U à 0,3509 (p : 0,3224). Pour le sujet 4, nous ne pouvons pas conclure sur un effet de la thérapie durant la phase interventionnelle ou post interventionnelle devant l'absence de résultats significatifs Tau -U : - 0,0075 (p : 1) et Tau -U : - 0,1111 (p : 0,7773) (Tableau 2).

Tableau II : Analyse statistique avec calcul du Tau-U de la douleur :

	Sujet 1	Sujet 2	Sujet 3	Sujet 4
Phase A vs B	Tau -U : - 0,3237 <b>P : 0,0297</b>	Tau -U : - 0,2899 P : 0,0595	Tau -U : 0,3333 <b>P : 0,0328</b>	Tau -U : - 0,0075 P : 1
Phase B vs C		Tau -U : -0,6842 <b>P : 0,0479</b>	Tau -U : 0,3509 P : 0,3224	Tau -U : - 0,1111 P : 0,7773

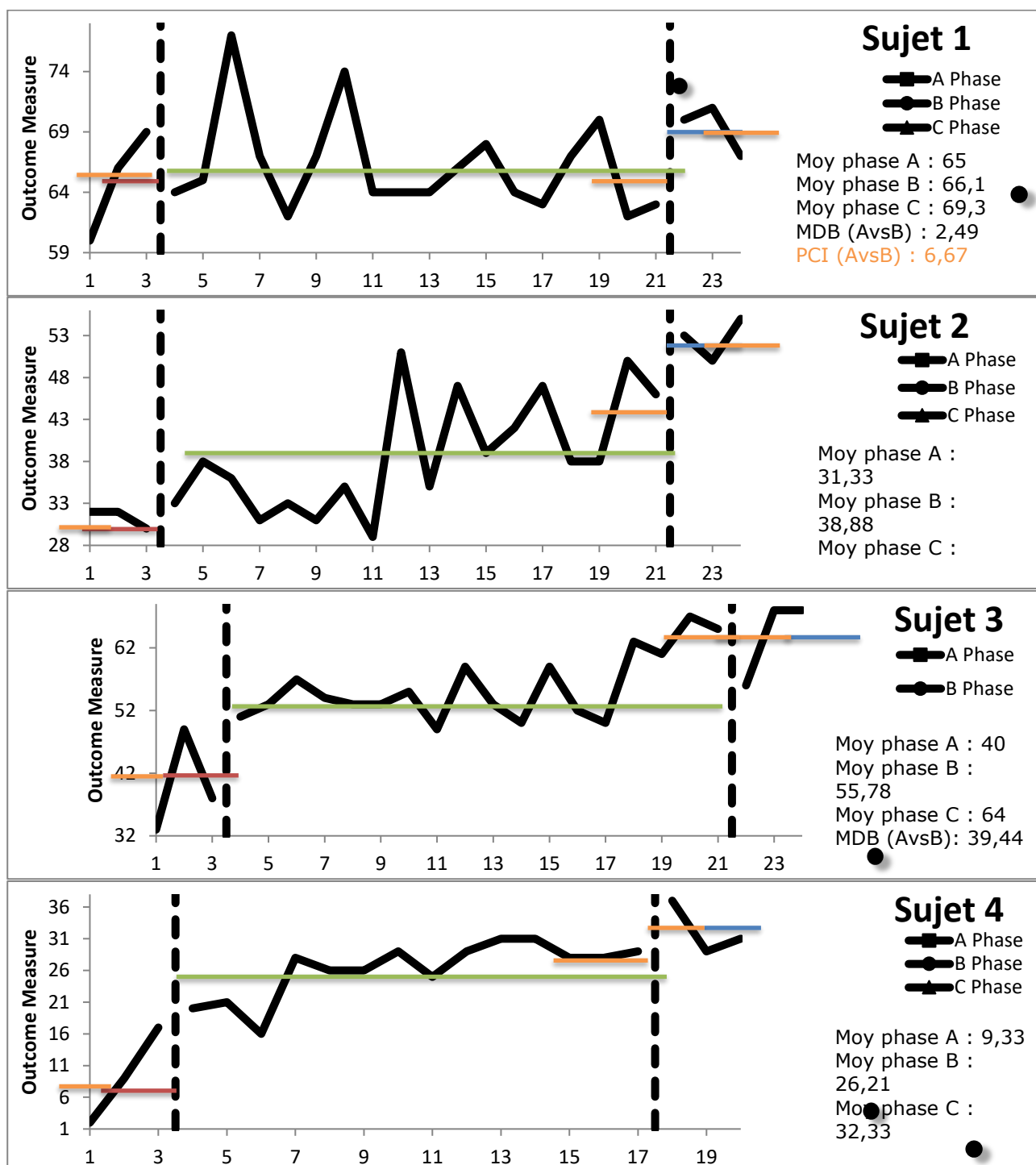


### **Évaluation du critère de jugement secondaire, la dextérité globale :**

Concernant l'analyse visuelle des résultats, pour le sujet 1, il existe une augmentation de la moyenne lors de la phase B à 66,17 (SD : 3,87) par rapport à la phase A à 65 (SD : 4,39) et de la phase C à 69,33 (SD : 1,98) par rapport à la phase B avec un effet retardé de l'intervention. Pour le sujet 2, augmentation de la moyenne lors de la phase B à 38,88 (SD : 6,69) par rapport à la phase A à 31,33 (SD : 1,10), avec un effet tardif de l'intervention, puis une franche augmentation en phase C à 52,57 (SD 2,39) avec un effet progressif de la thérapie sur la dextérité. Concernant le sujet 3, augmentation de la moyenne à 55,78 (SD : 5,15) par rapport à la phase A à 40 (SD : 7,8) puis augmentation de la moyenne en phase C à 64 (SD : 6,6) avec un effet tardif de la rééducation. Enfin pour le sujet 4, augmentation de la moyenne en phase B à 26,21 (SD : 4,13) par rapport à la phase A à 9,33 (SD : 7,06) et une augmentation au cours de la phase C à 32,33 (SD : 3,92) avec un profil évolutif tardif.

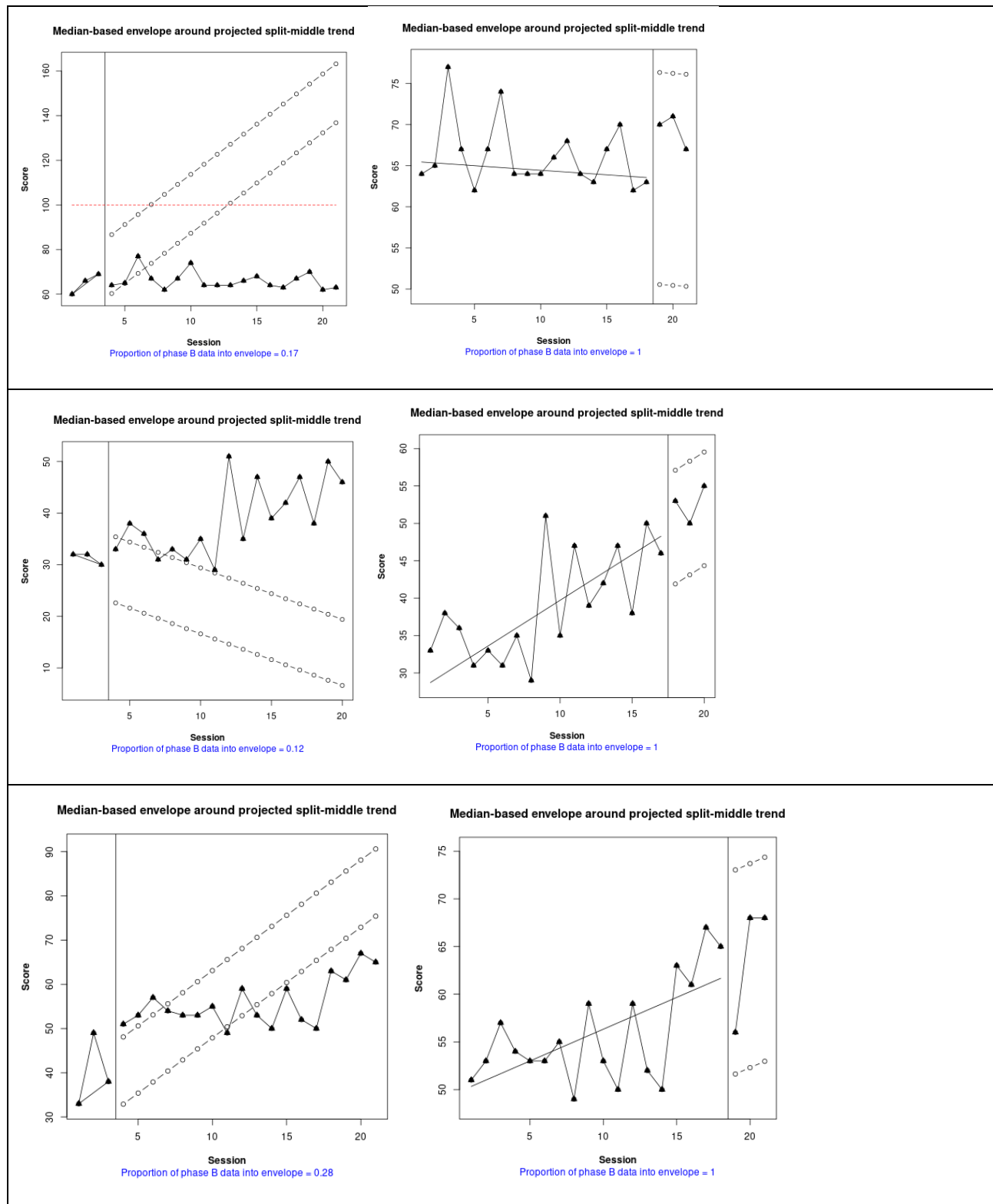
Concernant l'interprétation de l'écart type autour de la moyenne représenté sur la figure 4, on peut dire que les sujets 2, 3 présentent plusieurs mesures consécutives au-dessus de la zone d'écart type au cours de la phase interventionnelle, en faveur d'une efficacité liée à l'intervention. Nous ne pouvons pas conclure sur un effet de la thérapie en post-interventionnel car tous les points se situent dans la zone d'écart type. Les sujets 1 et 4 présentent en revanche plusieurs mesures en dessous de la zone d'écart type en faveur d'une évolution naturelle de la pathologie plutôt qu'un effet en lien avec la thérapie miroir.

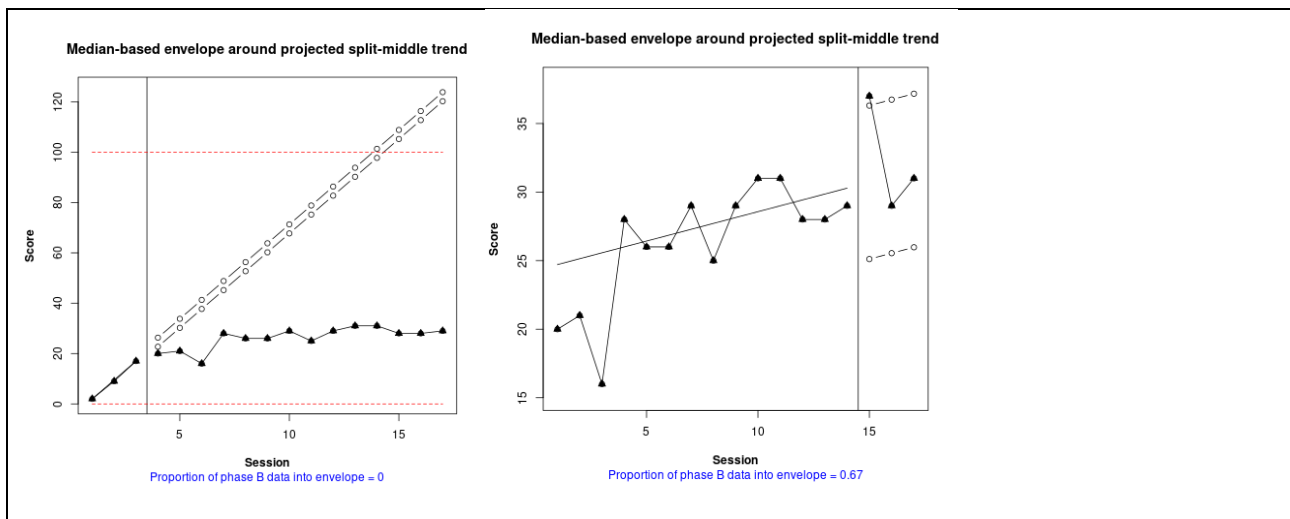
Figure 3 : Analyse de l'évolution de moyenne de la dextérité globale :



De haut en bas : sujet 1 au sujet 4. La ligne rouge correspond à la moyenne de la phase A, la ligne verte à la moyenne de la phase B et la ligne bleue à la moyenne de la phase C. La ligne orange correspond à la moyenne des trois derniers points de chaque phase (phase A : pré interventionnelle, phase B : interventionnelle, phase C : post interventionnelle). Le PCI représente le pourcentage d'augmentation ou de diminution de moyenne entre les phases.

Figure 4 : Analyse de l'écart-type autour de la moyenne :





*Projection de l'écart type autour de la moyenne de la phase A sur la phase B. a) Sujet 1 b) Sujet 2, c) Sujet 3, d) Sujet 4. Figure de gauche représente la projection de l'enveloppe de deux écarts-types autour de la moyenne de la phase A sur la phase B et la figure de droite représente la projection des deux écarts-types autour de la moyenne de la phase B sur la phase C.*

Concernant l'analyse statistique, nous ne pouvons pas conclure à un effet de l'intervention par rapport à la phase pré interventionnelle ou en post interventionnel chez le patient 1 avec un Tau-U à 0,1014 ( $p : 0,5409$ ) entre les phases A et B et Tau-U à 0,5789 ( $p : 0,1056$ ) entre les phases B et C. Pour le patient 2, il existe une augmentation significative des valeurs de la phase A à la phase B avec un Tau-U à 0,492 ( $p : 0,003$ ) et de la phase B à la phase C avec un Tau-U à 0,4928 ( $p : 0,0021$ ). Pour le patient 3, on peut observer une augmentation significative des valeurs durant la phase B avec un Tau-U à 0,4928 ( $p : 0,0021$ ), en revanche aucun effet de l'intervention ne peut être conclu pour la phase C avec un Tau-U à 0,7368 ( $p : 0,394$ ). Pour le patient 4, augmentation significative des valeurs durant la phase A à la phase B avec un Tau-U 0,6541 ( $p : 0,0003$ ) mais nous ne pouvons pas conclure en raison des résultats non significatifs lors de la phase post-interventionnelle avec un Tau-U à 0,7111 ( $p : 0,497$ ) (Tableau 3).

Tableau III : Analyse statistique avec calcul du Tau-U de la dextérité manuelle globale :

	Sujet 1	Sujet 2	Sujet 3	Sujet 4
Phase A vs B	Tau-U : 0.1014 P : 0.5409	Tau -U : 0.492 <b>P : 0,003</b>	Tau -U : 0.4928 <b>P : 0.0021</b>	Tau -U : 0.6541 <b>P : 0.0003</b>
Phase B vs C	Tau : 0.5789 P : 0,1056	Tau -U : 0,4928 <b>P : 0,0021</b>	Tau -U : 0,7368 P : 0,394	Tau -U : 0,7111 P : 0,497

## DISCUSSION

D'après les résultats de notre étude en SCED, il semble exister un potentiel intérêt à l'utilisation du dispositif de thérapie miroir informatisée IVS3™DESSINTEY□ dans la prise en charge des douleurs chroniques d'un SDRC de type I et des douleurs neuropathiques dans le cadre d'un AVC ischémique. Dans le premier cas, on observe une diminution de la douleur au cours de l'utilisation du dispositif. Dans le second cas, les effets sont plus tardifs avec une diminution significative de la douleur après la fin de l'intervention.

Nos résultats sont concordants avec les données de la littérature en faveur d'un effet bénéfique de la thérapie miroir sur les douleurs neuropathiques suites à un AVC ischémique (26). Dans les mécanismes ischémiques, il existe une zone de pénombre péri lésionnelle où tout un processus de remaniement s'organise avec la création de nouvelles connexions neuronales entre les zones non atteintes, nommé plasticité cérébrale (27). Les douleurs neuropathiques seraient le résultat d'une hyperexcitabilité cérébrale secondaire à un dysfonctionnement du thalamus, lésé par l'ischémie, à l'origine d'une augmentation des ondes gamma dans le cortex pré frontal qui joue un rôle important dans le mécanisme des douleurs chroniques (4) (5). Le dispositif de thérapie miroir informatisée active les neurones miroirs et rétablit une cohérence

entre la commande motrice et le feedback visuel non douloureux. Il favorise ainsi la plasticité cérébrale au niveau du thalamus et la régulation de l'hyperexcitabilité pré frontale ce qui peut expliquer la diminution significative, dans notre étude, des douleurs chez le sujet présentant des douleurs neuropathiques dans les suites d'un AVC ischémique. Concernant le lien entre la thérapie miroir et les douleurs neuropathiques secondaires à un SDRC de type I sur une tumeur neurologique ou d'un traumatisme crânien, il n'existe à ce jour pas d'étude traitant de l'efficacité de la thérapie miroir.

En revanche, pour la prise en charge des douleurs secondaires à un SDRC type I secondaire à un AVC, les études sont en faveur d'une diminution des douleurs après utilisation de la thérapie miroir (28) (29). Le syndrome douloureux régional complexe résulterait d'une réponse pro-inflammatoire inadaptée ainsi que de troubles du contrôle vasomoteur et d'une plasticité neuronale périphérique et centrale inadaptée (17). En effet, des études de neuro imageries fonctionnelles ont mis en évidence une augmentation de la zone correspondant au membre pathologique dans le cortex moteur primaire et une diminution de celle-ci dans le cortex sensitif primaire. La réduction de la douleur étant corrélée à la rééquilibration de cette zone sensitive (30)(31)(32). En rétablissant des feedbacks positifs à travers l'écran qui renvoie l'image d'un membre non douloureux lors des mobilisations, la thérapie miroir informatisée permet de progressivement rééquilibrer cette zone sensitive, expliquant l'amélioration progressive de la douleur au cours de l'intervention.

Dans notre étude, les résultats obtenus ne nous ont pas permis de conclure concernant l'effet sur des douleurs de SDRC de type II chez le sujet 4 pour plusieurs raisons. Premièrement, les différentes études réalisées mettent en évidence une diminution significative des douleurs suite à l'utilisation de la thérapie miroir chez des sujets présentant des SDRC de type I avec comme critère d'exclusion les SDRC de type II car dans ce cas-là, l'atteinte étant périphérique, les mécanismes physiopathologiques sont différents. Par ailleurs, dans la littérature, les patients

inclus ont présenté un AVC dans les 7 à 21 mois précédent la prise en charge avec un SDRC apparu plus à distance. Le sujet 4 présentait un tableau de SDRC depuis plus de 27 mois. Il est donc possible que la chronicité des douleurs ait limité les effets bénéfiques de l'intervention. Dans le cadre de la prise en charge de douleurs chroniques d'origine mécanique, nos résultats sont en faveur d'une augmentation des douleurs suite à l'utilisation du dispositif, contrairement aux résultats d'une étude réalisée sur la réorganisation de la perception du schéma corporel dans la prise en charge d'un SDRC secondaire à une fracture du poignet à travers l'utilisation de la thérapie miroir qui montrait que l'utilisation de celle-ci permettait une nette diminution des douleurs (33). Dans notre étude, il ne s'agissait pas stricto sensu d'un SDRC malgré une localisation douloureuse similaire ; les mécanismes responsables des douleurs étaient donc différents. De plus, dans l'étude de Kotiuk and al. (33) l'un des critères d'exclusion était un SDRC évoluant depuis plus de trois ans alors que notre sujet présentait des douleurs depuis plus de quatre ans. Enfin, dans cette même étude, les mesures n'étaient pas recueillies au cours de la phase interventionnelle mais à distance (à trois jours puis à six semaines post interventionnelle) alors que dans notre cas les mesures étaient recueillies tous les jours durant trois semaines en per interventionnel puis au décours immédiat. Les douleurs étaient donc probablement présentes voire majorées du fait des mobilisations quotidiennes du membre supérieur.

Concernant l'évaluation de notre critère de jugement secondaire, l'utilisation du dispositif de thérapie miroir informatisée a permis une amélioration significative de la dextérité globale à travers les résultats retrouvés au BBT dans le cadre d'un AVC ischémique, d'un traumatisme du poignet ou d'un SDRC de type II. Les données retrouvées sont en accord avec la littérature notamment dans le cadre d'un AVC ischémique (34)(35) avec l'implication des neurones miroirs qui, à travers l'utilisation de la thérapie miroir, jouent un rôle majeur dans la

réorganisation de l'image corporelle au niveau du cortex sensitivomoteur (13). Pour le traumatisme du poignet, nos résultats sont aussi concordants avec une étude qui a étudié les bénéfices de la thérapie miroir sur la récupération fonctionnelle du membre supérieur après un traumatisme (18). Enfin, dans le cas du SDRC, une étude met en avant le postulat que la chronicité de la douleur aurait un impact sur la dextérité du patient (32).

Pour expliquer les résultats obtenus dans notre étude, on pourrait émettre l'hypothèse d'un « cercle vicieux » de limitation voire d'évitement du mouvement par appréhension de la douleur qui en résulterait, restreignant ainsi la mobilisation du membre atteint. La thérapie miroir serait alors utilisée pour sortir progressivement de ce schéma de « mouvement-douleur » à travers des feedback positifs et permettrait ainsi une nouvelle perception sensorielle et motrice. Il faut néanmoins prendre en compte l'effet de répétition quotidienne du BBT dans cette étude, pouvant surestimer les valeurs obtenues et agir comme un propre entraînement quotidien à la tâche (ici au BBT).

Par ailleurs, dans le cadre de notre étude, il n'existait pas de corrélation stricte entre la diminution significative de la douleur et l'amélioration significative de la dextérité que nous n'avons retrouvé que chez le sujet douloureux sur des douleurs neuropathiques secondaires à un AVC ischémique.

La réalisation de cette étude préliminaire était intéressante car nous avons tenté d'évaluer l'intérêt de la thérapie miroir informatisée, peu étudiée, dans la prise en charge de la douleur chronique. Nous avons également évalué des sujets avec des profils cliniques variés (affections neurologiques et locomotrices).

De plus, nous avons utilisé la méthodologie SCED, encore peu utilisée mais qui dans cette étude, présentait un intérêt majeur du fait du faible nombre de patients et des profils hétérogènes que nous avons fréquemment en rééducation. Cela nous a permis de mettre en



avant des résultats significatifs avec un haut niveau de preuve. Pour minimiser le risque de conclure à tort à un effet de la thérapie, il est généralement recommandé d'effectuer au moins trois fois ce type d'intervention. Dans notre cas, nous avons réalisé l'intervention chez quatre sujets de profil différent, afin d'obtenir des lignes de base multiples.

En revanche, il existe certaines limites à notre étude. Tout d'abord, lors des phases interventionnelle et post interventionnelle, absence de certaines données qui n'ont pas été recueillies. De plus, la douleur a été uniquement évaluée avant la séance de thérapie miroir informatisée soit au repos, ce qui nous a empêché d'analyser l'effet direct de l'utilisation du dispositif sur la douleur. Nous n'avons également pas pu prendre en compte d'autres paramètres pouvant modifier la douleur comme la fatigue, l'état psychologique du patient ou encore l'évaluation de la douleur sur le versant qualitatif avec le questionnaire de douleur St Antoine, non réalisé au cours de l'intervention mais prévu dans le protocole.

L'effet seul de l'utilisation du dispositif de thérapie miroir informatisée ne peut être totalement démontré devant l'absence de groupe comparatif bénéficiant uniquement d'une rééducation conventionnelle. Par ailleurs, il existe un biais de confusion car des thérapeutiques pharmacologiques et non pharmacologiques ont été introduites au cours de la prise en charge (tableau 1). Il faut également noter un potentiel biais d'entraînement avec un effet d'apprentissage du Box and Block test pouvant possiblement participer à l'amélioration significative des résultats chez deux des quatre sujets.

Concernant la méthodologie de l'étude SCED, les figures 2 et 4 représentent les écarts-types autour de la moyenne. Ceux-ci correspondent au comportement attendu du sujet en prenant en compte les données de la phase pré interventionnelle, projetée sur la phase interventionnelle ou de la phase interventionnelle projetée sur la phase post interventionnelle. Une ligne de tendance est dite représentative du comportement d'un patient si 80% des

données se trouvent dans l'enveloppe de tendance. Si en revanche, moins de 80% des points se trouvent dans cette enveloppe, alors la ligne de tendance n'est pas représentative de l'évolution attendue du sujet. La projection de cette enveloppe de la phase A à la phase B ou de la phase B à la phase C ne peut être considérée comme un indicateur visuel pertinent. Dans notre étude, seules trois mesures ont été recueillies pour les phases A et C, diminuant ainsi la stabilité des performances des sujets avant le début de la thérapeutique (annexes 2 et 3). De ce fait, l'interprétation visuelle du lien entre la douleur ou la dextérité manuelle et de l'utilisation du dispositif de thérapie miroir informatisée lors de la phase interventionnelle n'est pas pertinente pour la plupart des patients.

## **CONCLUSION**

A partir de notre étude en SCED, l'utilisation du dispositif de thérapie miroir informatisée IVS3™DESSINTEY□ semble potentiellement avoir un intérêt thérapeutique dans la prise en charge de la douleur chronique d'origine neurologique et l'amélioration de la préhension manuelle chez le patient avec un antécédent d'accident vasculaire cérébral. En revanche, à travers les résultats obtenus, l'utilisation de ce dispositif ne semble pas avoir d'intérêt dans la prise en charge de la douleur chronique suite à un SDRC de type II et les traumatismes de poignet qu'il semble accentuer.

Il serait intéressant de réaliser des études incluant plus de patients appartenant à chaque profil clinique afin d'obtenir des résultats plus représentatifs de ces différentes populations.

Enfin, il serait également intéressant de faire des études comparatives entre des patients présentant des douleurs aiguës et chroniques et d'évaluer leur retentissement fonctionnel afin d'orienter l'utilisation de ce dispositif pour la prise en charge optimale de la douleur.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Douleur · Inserm, <https://www.inserm.fr/dossier/douleur/>
2. Raja SN, Buvanendran A, Marcondes L. Complex Regional Pain Syndrome: A Comprehensive Qualitative Research Study on Unmet Needs in the "Patient Journey". *J Pain Res.* 2021;14:2391-401.
3. Halicka M, Vittersø AD, Proulx MJ, Bultitude JH. Neuropsychological Changes in Complex Regional Pain Syndrome (CRPS). *Behav Neurol.* 2020;2020:4561831.
4. Demasles S, Peyron R, Garcia Larrea L, Laurent B. Les douleurs centrales post-AVC. *Rev Neurol (Paris).* 2008;164(10):825-31.
5. Ta Dinh S, Nickel MM, Tiemann L, May ES, Heitmann H, Hohn VD, et al. Brain dysfunction in chronic pain patients assessed by resting-state electroencephalography. *Pain.* 2019;160(12):2751-65.
6. Mao CP, Wilson G, Cao J, Meshberg N, Huang Y, Kong J. Abnormal Anatomical and Functional Connectivity of the Thalamo-sensorimotor Circuit in Chronic Low Back Pain: Resting-state Functional Magnetic Resonance Imaging and Diffusion Tensor Imaging Study. *Neuroscience.* 2022;487:143-54.
7. Liampas A, Velidakis N, Georgiou T, Vadalouca A, Varrassi G, Hadjigeorgiou GM, et al. Prevalence and Management Challenges in Central Post-Stroke Neuropathic Pain: A Systematic Review and Meta-analysis. *Adv Ther.* 2020;37(7):3278-91.
8. Mills SEE, Nicolson KP, Smith BH. Chronic pain: a review of its epidemiology and associated factors in population-based studies. *Br J Anaesth.* 2019;123(2):e273-83.
9. Bhasin A, Bhatia R, Kumaran S, Mohanty S, Padma Srivastava M. Neural interface of mirror therapy in chronic stroke patients: A functional magnetic resonance imaging study. *Neurol India.* 2012;60(6):570.
10. Nojima I, Mima T, Koganemaru S, Thabit MN, Fukuyama H, Kawamata T. Human Motor Plasticity Induced by Mirror Visual Feedback. *J Neurosci.* 2012;32(4):1293-300.
11. Silva S, Borges LR, Santiago L, Lucena L, Lindquist AR, Ribeiro T. Motor imagery for gait rehabilitation after stroke. Cochrane Stroke Group, éditeur. *Cochrane Database Syst Rev* 2020
12. Méndez-Rebolledo G, Gatica-Rojas V, Torres-Cueco R, Albornoz-Verdugo M, Guzmán-Muñoz E.

Update on the effects of graded motor imagery and mirror therapy on complex regional pain syndrome type 1: A systematic review. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2017;30(3):441-9.

13. Carvalho D, Teixeira S, Lucas M, Yuan TF, Chaves F, Peressutti C, et al. The mirror neuron system in post-stroke rehabilitation. *Int Arch Med.* 2013;6:41.

14. Botvinick M, Cohen J. Rubber hands 'feel' touch that eyes see. *Nature.* févr 1998;391(6669):756-756.

15. Jax S, Packel A, Curtis GR, McAndrew M, May J. Home-Based Mirror Therapy for Post-Stroke Upper Extremity Pain: A Case Study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2015;96(12):e21.

16. Pervane Vural S, Nakipoglu Yuzer GF, Sezgin Ozcan D, Demir Ozbudak S, Ozgirgin N. Effects of Mirror Therapy in Stroke Patients With Complex Regional Pain Syndrome Type 1: A Randomized Controlled Study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2016;97(4):575-81.

17. Smart KM, Wand BM, O'Connell NE. Physiotherapy for pain and disability in adults with complex regional pain syndrome (CRPS) types I and II. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;2016(2):CD010853.

18. Rostami HR, Arefi A, Tabatabaei S. Effect of mirror therapy on hand function in patients with hand orthopaedic injuries: a randomized controlled trial. *Disabil Rehabil.* 2013;35(19):1647-51.

19. Louw A, Puentedura EJ, Reese D, Parker P, Miller T, Mintken PE. Immediate Effects of Mirror Therapy in Patients With Shoulder Pain and Decreased Range of Motion. *Arch Phys Med Rehabil.* 2017;98(10):1941-7.

20. Hoffman HG. Interacting with virtual objects via embodied avatar hands reduces pain intensity and diverts attention. *Sci Rep.* 2021;11:10672.

21. Darnall BD, Krishnamurthy P, Tsuei J, Minor JD. Self-Administered Skills-Based Virtual Reality Intervention for Chronic Pain: Randomized Controlled Pilot Study. *JMIR Form Res.* 2020;4(7):e17293.

22. Mirela Cristina L, Matei D, Ignat B, Popescu CD. Mirror therapy enhances upper extremity motor recovery in stroke patients. *Acta Neurol Belg.* 2015;115(4):597-603.

23. Mathiowetz V, Volland G, Kashman N, Weber K. Adult Norms for the Box and Block Test of Manual Dexterity. *Am J Occup Ther.* 1 juin 1985;39(6):386-91.

24. Krasny-Pacini A, Evans J. Single-case experimental designs to assess intervention effectiveness

in rehabilitation: A practical guide. *Ann Phys Rehabil Med*.2018;61(3):164-79.

25. Levin JR, Kratochwill TR. Randomized Single-Case Intervention Designs and Analyses for Health Sciences Researchers: A Versatile Clinical Trials Companion. *Ther Innov Regul Sci*. 2021;1-10.
26. Corbetta D, Sarasso E, Agosta F, Filippi M, Gatti R. Mirror therapy for an adult with central post-stroke pain: a case report. *Arch Physiother*.2018;8:4.
27. Dąbrowski J, Czajka A, Zielińska-Turek J, Jaroszyński J, Furtak-Niczyporuk M, Mela A, et al. Brain Functional Reserve in the Context of Neuroplasticity after Stroke. *Neural Plast* [Internet]. 2019
28. Cacchio A, De Blasis E, De Blasis V, Santilli V, Spacca G. Mirror Therapy in Complex Regional Pain Syndrome Type 1 of the Upper Limb in Stroke Patients. *Neurorehabil Neural Repair*. 2009;23(8):792-9.
29. Cacchio A, De Blasis E, Necozone S, Orio F di, Santilli V. Mirror Therapy for Chronic Complex Regional Pain Syndrome Type 1 and Stroke. *N Engl J Med*. 2009;361(6):634-6.
30. Maihofner C, Handwerker HO, Neundorfer B, Birklein F. Patterns of cortical reorganization in complex regional pain syndrome. *Neurology*. 2003;61(12):1707-15.
31. Pleger B, Tegenthoff M, Ragert P, Förster AF, Dinse HR, Schwenkreis P, et al. Sensorimotor returning in complex regional pain syndrome parallels pain reduction: Sensorimotor Treatment in CRPS. *Ann Neurol*. 2005;57(3):425-9.
32. Strauss S, Barby S, Härtner J, Pfannmöller JP, Neumann N, Moseley GL, et al. Graded motor imagery modifies movement pain, cortical excitability and sensorimotor function in complex regional pain syndrome. *Brain Commun*. 2021;3(4):fcab216.
33. Kotiuk V, Burianov O, Kostrub O, Khimion L, Zasadnyuk I. The impact of mirror therapy on body schema perception in patients with complex regional pain syndrome after distal radius fractures. *Br J Pain*. 2019;13(1):35-42.
34. Park JY, Chang M, Kim KM, Kim HJ. The effect of mirror therapy on upper-extremity function and activities of daily living in stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(6):1681-3.
35. Yavuzer G, Selles R, Sezer N, Sütbeyaz S, Bussmann JB, Köseoğlu F, et al. Mirror Therapy Improves Hand Function in Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*.

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 1 : Analyse de l'évolution de moyenne de la douleur entre les différentes phases .....	22
Figure 2 : Analyse de l'écart-type autour de la moyenne .....	23
Figure 3 : Analyse de l'évolution de moyenne de la dextérité globale .....	26
Figure 4 : Analyse de l'écart-type autour de la moyenne .....	27

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau I tableau descriptif de la population étudiée.....	20
Tableau II Analyse statistique avec calcul du Tau-U de la douleur.....	24
Tableau III Analyse statistique avec calcul du Tau-U de la préhension manuelle .....	29

# TABLE DES MATIERES

<b>LISTE DES ABREVIATIONS</b>	<b>10</b>
-------------------------------	-----------

<b>RESUME</b>	<b>12</b>
---------------	-----------

<b>INTRODUCTION</b>	<b>13</b>
---------------------	-----------

<b>MÉTHODES</b>	<b>15</b>
-----------------	-----------

1.	Design de l'étude.....	15
2.	Population .....	15
3.	Description de l'intervention.....	16
4.	Critère de jugement principal .....	17
5.	Critère de jugement secondaire .....	17
6.	Test statistique.....	18
7.	Ethique .....	18

<b>RÉSULTATS</b>	<b>19</b>
------------------	-----------

1.	Population étudiée .....	19
2.	Etude du critère de jugement principal .....	20
3.	Etude du critère de jugement secondaire .....	25

<b>DISCUSSION</b>	<b>29</b>
-------------------	-----------

<b>CONCLUSION</b>	<b>34</b>
-------------------	-----------

<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>35</b>
----------------------	-----------

<b>LISTE DES FIGURES</b>	<b>38</b>
--------------------------	-----------

<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	<b>38</b>
---------------------------	-----------

<b>TABLE DES MATIERES</b>	<b>39</b>
---------------------------	-----------

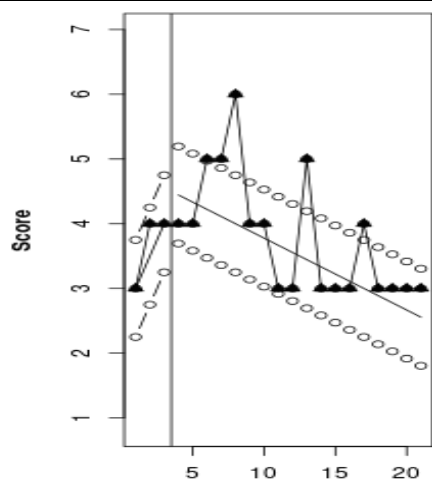
<b>ANNEXES</b>	<b>40</b>
----------------	-----------

## ANNEXES

Annexe 1: Box and block test.

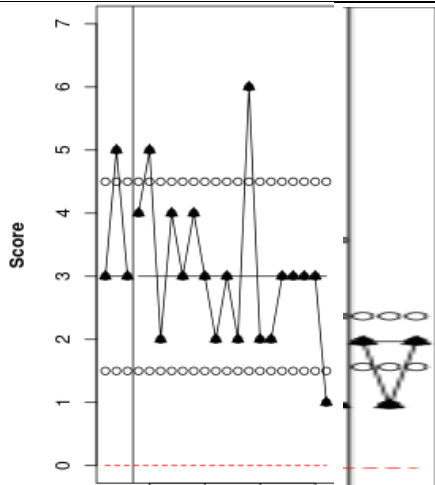


Annexe 2 : Lignes de tendance de la douleur

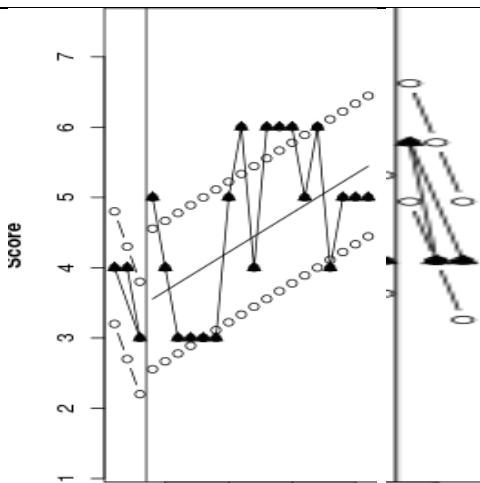


Phase A : 100% des données sont dans l'enveloppe de tendance  
Phase B : 77 % des données sont dans l'enveloppe de tendance

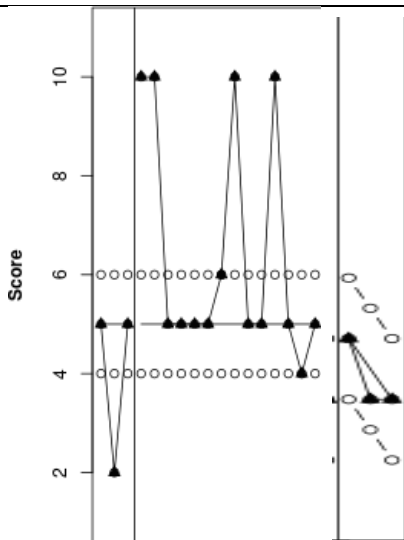




Phase A : 66,6% des données sont dans l'enveloppe de tendance  
 Phase B : 83,3 % des données sont dans l'enveloppe de tendance  
 Phase C : 66,67 % des données sont dans l'enveloppe de tendance



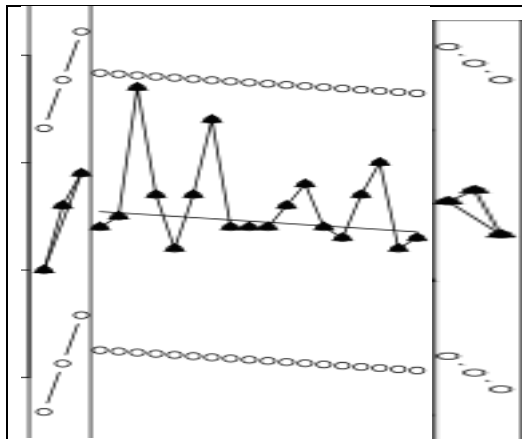
Phase A : 100% des données sont dans l'enveloppe de tendance  
 Phase B : 72,2 % des données sont dans l'enveloppe de tendance  
 Phase C : 100% des données sont dans l'enveloppe de tendance



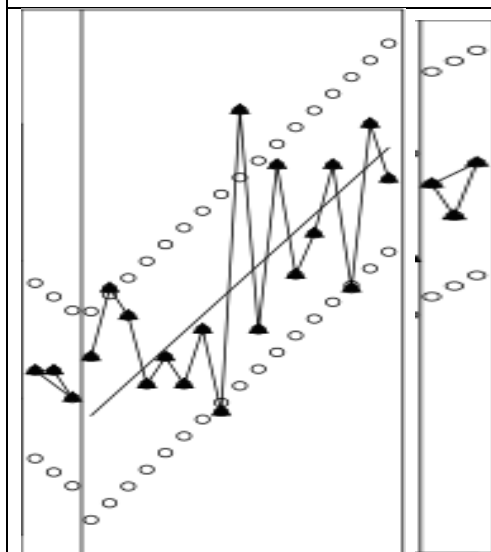
Phase A : 66,67% des données sont dans l'enveloppe de tendance  
 Phase B : 71,42 % des données sont dans l'enveloppe de tendance  
 Phase C : 100% des données sont dans l'enveloppe de tendance

Première case : sujet 1 avec l'enveloppe de la ligne tendance des phases A, B et C. Sur la deuxième case, sujet 2, la troisième case, sujet 3 et dernière case, sujet 4.

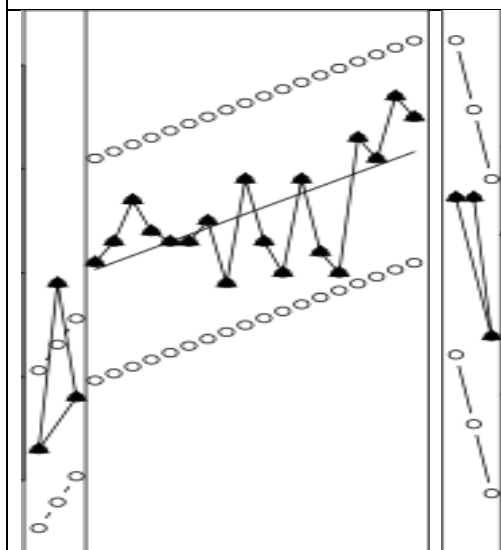
Annexe 3 : Ligne de tendance de la dextérité globale :



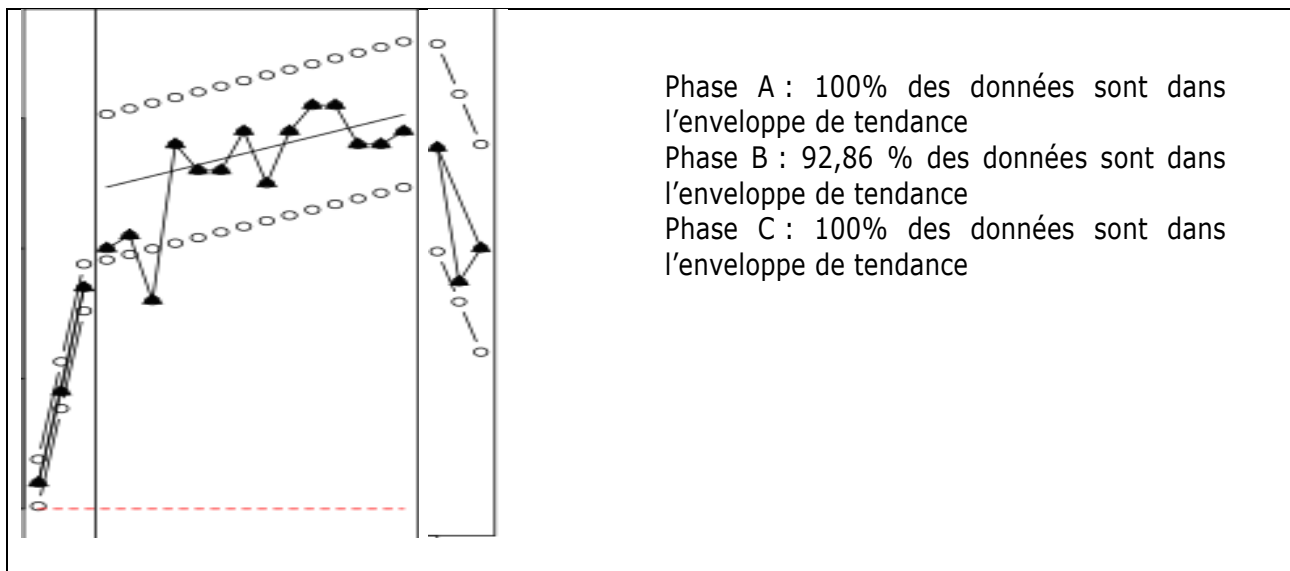
Phase A : 100% des données sont dans l'enveloppe de tendance  
 Phase B : 100 % des données sont dans l'enveloppe de tendance  
 Phase C : 100% des données sont dans l'enveloppe de tendance



Phase A : 100% des données sont dans l'enveloppe de tendance  
 Phase B : 76,47 % des données sont dans l'enveloppe de tendance  
 Phase C : 100% des données sont dans l'enveloppe de tendance



Phase A : 66,67% des données sont dans l'enveloppe de tendance  
 Phase B : 100 % des données sont dans l'enveloppe de tendance  
 Phase C : 100% des données sont dans l'enveloppe de tendance



*Première case : sujet 1 avec l'enveloppe de la ligne tendance des phases a, b et c. sur la deuxième case, sujet 2, la troisième case, sujet 3 et dernière case, sujet 4.*

**Evaluation d'un dispositif de thérapie miroir informatisée dans la prise en charge de la douleur chronique chez des sujets suivis en rééducation à travers une étude de type SCED.**

RÉSUMÉ

**Introduction :** Les douleurs chroniques concernent 30% de la population française et représentent un problème de santé publique. La thérapie miroir permettrait de rétablir un schéma somatosensoriel non douloureux et, en association à une rééducation conventionnelle, d'améliorer les douleurs d'origine neuropathique et locomotrice. Le dispositif de thérapie miroir informatisée IVS3™ DESSINTEY permettrait de réaliser ce type de thérapie en soin courant de façon aisée, reproductible et objective dans sa réalisation. L'objectif serait de démontrer l'intérêt de l'utilisation de ce dispositif dans la prise en charge de la douleur chronique et/ou de la préhension manuelle chez des patients en rééducation.

**Méthode :** Etude de type single case experimental design en soins courants, monocentrique sur quatre sujets. Critères d'inclusion : âge > 18 ans, douleurs chroniques du membre supérieur suites à une affection neurologique, locomotrice et/ou syndrome douloureux régional complexe (SDRC), échelle numérique (EN) de la douleur supérieure ou égale à 3/10. Critères d'exclusion : âge < 18 ans, troubles cognitifs majeurs, troubles visuels, épilepsie non contrôlée, fatigabilité majeure. Critère de jugement principal : Réduction significative des douleurs selon l'EN. Critère de jugement secondaire : Amélioration de la dextérité globale des patients au Box and Block test.

**Résultats :** Diminution significative de la douleur dans le SDRC de type I sur méningiome : Tau-U à -0,3237 ( $p = 0,0297$ ) et accident vasculaire cérébral ischémique (AVC) : Tau-U à -0,6842 ( $p = 0,0479$ ). Augmentation significative de la douleur dans le SDRC de type II : Tau -U à 0,3333 ( $p = 0,0328$ ). Absence de modification significative de la perception douloureuse dans le traumatisme du poignet :  $p > 0,5$ . Critère de jugement secondaire : Amélioration significative de la dextérité dans l'AVC et le SDRC de type II sur traumatisme du poignet.

**Discussion :** L'utilisation du dispositif de thérapie miroir informatisée IVS3™DESSINTEY semble efficace dans la prise en charge de la douleur chronique avec une amélioration de la préhension manuelle chez le patient avec un antécédent d'accident vasculaire cérébral. Cependant, absence d'amélioration significative dans le cadre du SDRC de type I et du traumatisme de poignet voire augmentation des douleurs dans le cadre du SDRC de type II. Intérêt de réaliser des études avec un plus grand échantillon et évaluer le retentissement fonctionnel de l'utilisation du dispositif.

**Mots-clés :** thérapie miroir, douleur chronique, dextérité, single case experimental design

**Evaluation of a computerized mirror therapy device in the management of chronic pain in subjects followed in rehabilitation through a SCED study**

ABSTRACT

**Introduction:** Chronic pain affects 30% of the French population and represents a public health problem. Mirror therapy would restore a pain-free somatosensory pattern and, in association with conventional rehabilitation, improve pain of neuropathic and locomotor origin. The IVS3™ DESSINTEY computerized mirror therapy device would allow this type of therapy to be performed in routine care in an easy, reproducible and objective manner in its realization. The objective would be to demonstrate the interest of using this device in the management of chronic pain and/or manual prehension in rehabilitation patients.

**Method:** Single case experimental design study in routine care, monocentric on four subjects. Inclusion criteria: age > 18 years, chronic pain of the upper limb following a neurological or locomotor disorder and/or complex regional pain syndrome (CRPS), numerical pain scale (EN) greater than or equal to 3/10. Exclusion criteria: age < 18 years, major cognitive impairment, visual impairment, uncontrolled epilepsy, major fatigability. Primary endpoint: Significant reduction in pain according to EN. Secondary endpoint: Improvement of patients' global dexterity in the Box and Block test.

**Results:** Significant reduction of pain in type I CRPS with meningioma: Tau-U -0.3237 ( $p = 0.0297$ ) and ischemic stroke: Tau-U -0.6842 ( $p = 0.0479$ ). Significant increase in pain in type II CRSD: Tau-U at 0.3333 ( $p = 0.0328$ ). No significant change in pain perception in wrist trauma:  $p > 0.5$ . Secondary endpoint: Significant improvement in dexterity in stroke and type II CRPS with wrist trauma.

**Discussion:** Use of the IVS3™DESSINTEY computerized mirror therapy device appears to be effective in the management of chronic pain with improvement in manual prehension in the patient with a history of stroke. However, lack of significant improvement in type I CRDS and wrist trauma or even increased pain in type II CRDS. It would be interesting to carry out studies with a larger sample and to evaluate the functional impact of the use of the device.

**Keywords:** mirror therapy, chronic pain, dexterity, single case experimental design