



**HAL**  
open science

# L'intérêt de la thérapie miroir sur la fonction motrice du membre supérieur chez les enfants paralysés cérébraux unilatéraux

Mathilde Adenot

## ► To cite this version:

Mathilde Adenot. L'intérêt de la thérapie miroir sur la fonction motrice du membre supérieur chez les enfants paralysés cérébraux unilatéraux. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03937476

**HAL Id: dumas-03937476**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03937476>**

Submitted on 10 May 2023

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

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

**AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ  
ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION  
FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE**

**L'INTÉRÊT DE LA THÉRAPIE MIROIR  
SUR LA FONCTION MOTRICE  
DU MEMBRE SUPÉRIEUR  
CHEZ LES ENFANTS  
PARALYSÉS CÉRÉBRAUX UNILATÉRAUX**

**ADENOT Mathilde**

**Directrice de mémoire : Mme WILLEMSE Stéphanie**

## Remerciements

Mes premiers remerciements vont à ma directrice de mémoire Mme Stéphanie Willemse pour sa grande disponibilité, son écoute et ses conseils, qui m'ont accompagnée dans la rédaction de ce mémoire.

J'exprime toute ma gratitude aux tuteurs rencontrés au cours de mes différents stages, pour avoir partagé leurs connaissances, transmis leur passion et m'avoir donné confiance en moi. En particulier à Blandine Roubaud qui m'a fait bénéficier de son expérience avec bienveillance et m'a confortée dans mon choix d'orientation vers la kinésithérapie pédiatrique.

Je tiens également à remercier l'ensemble de l'équipe pédagogique de l'EFMK de Marseille pour ses enseignements et encouragements.

Enfin, je remercie ma famille pour son soutien indéfectible, Antoine, mon pilier, ainsi que mes amis qui ont été mes premiers cobayes et qui ont rendu si belles ces quatre années d'études.

## Liste des Abréviations

- ACPR** : Australian Cerebral Palsy Register
- AHA** : Assisting Hand Assessment
- AMSTAR** : Assessing The Methodological quality of SysTemAtic Reviews
- AVC** : Accident Vasculaire Cérébrale
- AVQ** : Activités de la Vie Quotidienne
- BBT** : Box and Blocks Test
- CIF** : Classification Internationale du Fonctionnement, du handicap et de la santé
- CIMT** : Constraint-Induced Movement Therapy
- COPM** : Canadian Occupational Performance Measure
- ECR** : Essai Contrôlé Randomisé
- GMFCS** : Gross Motor Function Classification System
- GRADE** : Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations
- HABIT** : Hand and Arm Bimanual Intensive Therapy
- HABIT-ILE** : Hand and Arm Bimanual Intensive Therapy Including Lower Extremities
- HAS** : Haute Autorité de Santé
- IC** : Intervalle de Confiance
- IMC** : Infirmité Motrice Cérébrale
- IMOC** : Infirmité Motrice d'Origine Cérébrale
- IRM** : Imagerie par Résonance Magnétique
- MA2** : Melbourne Assessment 2
- MACS** : Manual Ability Classification System
- MeSH** : Medical Subject Headings
- MVF** : Mirror Visual Feedback
- NEM** : Niveaux d'Évolution Motrice
- PDMS-2** : Peabody Developmental Motor Scales 2
- PC** : Paralysie Cérébrale
- PCU** : Paralysie Cérébrale Unilatérale
- PEdro** : Physiotherapy Evidence Database
- PICO** : Population Intervention Comparison Outcome
- QUEST** : Quality of Upper Extremity Skills Test
- SCPE** : Surveillance of Cerebral Palsy in Europe
- TC** : Traumatisme Crânien
- TM** : Thérapie Miroir

## Table des matières

1	Introduction.....	1
1.1	La paralysie cérébrale.....	1
1.1.1	Définition .....	1
1.1.2	Epidémiologie .....	2
1.1.3	Etiologie et facteurs de risques .....	2
1.1.4	Formes cliniques.....	3
1.1.4.1	Formes cliniques en fonction du type d'atteinte neurologique prédominante.....	3
1.1.4.2	Formes cliniques en fonction de l'atteinte topographique prédominante.....	4
1.1.4.3	Formes cliniques en fonction de la sévérité des paralysies cérébrales.....	5
1.1.5	Troubles de la fonction motrice .....	5
1.1.6	Troubles associés.....	6
1.1.7	Diagnostic .....	7
1.1.8	L'approche kinésithérapique .....	8
1.1.9	Recommandations thérapeutiques de la HAS sur la prise en charge de la paralysie cérébrale	9
1.2	L'hémiplégie de l'enfant.....	10
1.2.1	Définition .....	10
1.2.2	Rappels hémiplégie et hémiparésie .....	10
1.2.3	Conséquences.....	11
1.3	Plasticité cérébrale .....	11
1.3.1	Réorganisation corticale suite une lésion cérébrale précoce unilatérale .....	13
1.4	Système de neurones miroirs.....	14
1.5	Approche thérapeutique : La thérapie miroir .....	15
1.5.1	Définition et historique .....	15
1.5.2	Réalisation .....	16
1.5.3	Mécanisme et objectifs .....	16
1.5.4	Avantages et limites potentiels .....	16
1.6	Intérêt de la revue et objectifs .....	17
2	Méthode .....	18
2.1	Critères d'éligibilité des études pour cette revue .....	18
2.1.1	Schéma d'étude.....	18
2.1.2	Population .....	19
2.1.3	Intervention .....	19
2.1.4	Comparateur.....	19
2.1.5	Critères de jugement .....	19
2.1.6	Exclusion .....	20
2.2	Méthodologie de recherche des études .....	20

2.3	Méthode d'extraction et d'analyse des données .....	23
2.3.1	Sélection des études .....	23
2.3.2	Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées .....	23
2.3.3	Extraction des données .....	24
2.3.4	Méthode de synthèse des résultats .....	24
3	Résultats .....	25
3.1	Description des études .....	25
3.1.1	Diagramme de flux .....	25
3.1.2	Études exclues .....	26
3.1.3	Études incluses .....	26
3.1.3.1	Population.....	29
3.1.3.2	Intervention .....	30
3.1.3.3	Comparateur.....	31
3.1.3.4	Critère de jugement.....	31
3.2	Risque de biais des études incluses.....	32
3.2.1	Grille d'analyse utilisée.....	32
3.2.2	Synthèse des biais retrouvés .....	34
3.3	Effets de l'intervention sur les critères de jugement .....	36
3.3.1	Critère de jugement principal : la fonction motrice du membre supérieur .....	36
3.3.1.1	Bruchez et al. 2016 [71].....	36
3.3.1.2	Elsepae et al. 2016 [72] .....	38
3.3.1.3	Emara et al. 2017 [73] .....	39
3.3.1.4	Farzamfar et al. 2017 [74] .....	40
3.3.1.5	Kara et al. 2019 [75].....	40
3.3.1.6	Narimani et al. 2019 [76].....	42
3.3.2	Critère de jugement secondaire : la force motrice du membre supérieur .....	42
3.3.2.1	Bruchez et al. 2016 [71].....	43
3.3.2.2	Elsepae et al. 2016 [72] .....	43
3.3.2.3	Kara et al. 2019 [75].....	44
3.3.2.4	Narimani et al. 2019 [76].....	45
3.3.3	Synthèse des résultats .....	46
4	Discussion .....	47
4.1	Analyse des principaux résultats .....	47
4.1.1	Hétérogénéités et limites .....	47
4.1.2	Critère de jugement principal : la fonction motrice du membre supérieur .....	49
4.1.3	Critère de jugement secondaire : la force du membre supérieur .....	51
4.2	Analyse du niveau de preuve des résultats .....	52

4.3	Analyse de l'applicabilité des résultats .....	53
4.3.1	Coût (financier, contraintes) pour le patient.....	53
4.3.2	Coût (financier, temporel, matériel) pour le thérapeute .....	54
4.3.3	Effets secondaires indésirables .....	54
4.4	Limites et biais du travail.....	54
4.4.1	Limites potentielles .....	54
4.4.2	Biais potentiels .....	55
4.5	Conflits d'intérêts .....	56
5	Conclusion .....	57
5.1	Implication pour la pratique clinique .....	57
5.2	Implication pour la recherche .....	57
6	Bibliographie.....	58
7	Annexes .....	

## **Table des tableaux :**

Tableau 1 : Critères selon le modèle PICO .....	20
Tableau 2 : Mots-clés utilisés dans l'équation de recherche PICO.....	21
Tableau 3 : Tableau type des données extraites pour chaque étude .....	24
Tableau 4 : Tableau récapitulatif des études exclues après lecture intégrale, avec raisons .....	26
Tableau 5 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des études incluses.....	27
Tableau 6 : Evaluation méthodologique des études incluses avec l'échelle PEDro .....	33
Tableau 7 : Tableau récapitulatif des biais présents dans chaque étude .....	35
Tableau 8 : Résultats de l'étude Bruchez et al. sur le critère de jugement principal.....	37
Tableau 9 : Résultats de l'étude Bruchez et al. sur le critère de jugement principal.....	37
Tableau 10 : Résultats de l'étude Elsepae et al. sur le critère de jugement principal.....	38
Tableau 11 : Résultats de l'étude Emara et al. sur le critère de jugement principal.....	39
Tableau 12 : Résultats de l'étude Farzamfar et al. sur le critère de jugement principal.....	40
Tableau 13 : Résultats de l'étude Kara et al. sur le critère de jugement principal.....	41
Tableau 14 : Résultats de l'étude Kara et al. sur le critère de jugement principal.....	41
Tableau 15 : Résultats de l'étude Narimani et al. sur le critère de jugement principal .....	42
Tableau 16 : Résultats de l'étude Bruchez et al. sur le critère de jugement secondaire .....	43
Tableau 17 : Résultats de l'étude Elsepae et al. sur le critère de jugement secondaire.....	43
Tableau 18 : Résultats de l'étude Kara et al. sur le critère de jugement secondaire .....	44
Tableau 19 : Résultats de l'étude Narimani et al. sur le critère de jugement secondaire .....	45
Tableau 20 : Synthèse des résultats en terme de significativité .....	46
Tableau 21 : Tableau d'évaluation des risques de biais de la revue à l'aide de la grille AMSTAR-2 .....	55

## **Table des figures :**

Figure 1 : Interactions entre les composantes de la CIF [3] .....	1
Figure 2 : Facteurs de risques de paralysie cérébrale (traduit de l'anglais) [8].....	3
Figure 3 : Classification des PC en fonction de leur symptomatologie neurologique prédominante [11] .....	4
Figure 4 : Classification des PC en fonction de la topographie [12] .....	4
Figure 5 : Troubles musculo-squelettiques suite à l'atteinte des motoneurones supérieurs [12] .....	6
Figure 6 : Priorisation des interventions en rééducation et en réadaptation selon la HAS, décembre 2021 ..	9
Figure 7 : Voie motrice principale .....	10
Figure 8 : Schéma de la réorganisation corticale ipsilatérale versus controlatérale suite à une lésion cérébrale précoce unilatérale [28] .....	13
Figure 9 : Type de protocole d'études préférentiellement proposé par type de question [61] .....	18
Figure 10 : Essais cliniques en groupes parallèles .....	19
Figure 11 : Essai clinique en cross-over <sup>13</sup> .....	19
Figure 12 : Méthode de recherche sur PEDro .....	22
Figure 13 : Méthode de recherche sur The Cochrane Library.....	22
Figure 14 : Diagramme de flux (ou flowchart), d'après le modèle PRISMA .....	25

## **Liste des annexes :**

**Annexe 1 :** Classification GMFCS

**Annexe 2 :** Classification MACS

**Annexe 3 :** Echelle PEDro en français utilisée pour les études incluses dans cette revue

**Annexe 4 :** Tableaux récapitulatifs des études incluses dans cette revue

**Annexe 5 :** Quality of Upper Extremity Skills test : grille récapitulative des 4 grands domaines [89]

**Annexe 6 :** Echelle ABILHAND-Kids en version française

**Annexe 7 :** Tableau donnant la pondération des différents facteurs dans le système GRADE [61]

**Annexe 8 :** Traduction française de l'échelle de qualité méthodologique pour les revues de littérature systématiques : AMSTAR-2 [87]

**Annexe 9 :** Grille AMSTAR-2 [86]

# 1 Introduction

## 1.1 La paralysie cérébrale

### 1.1.1 Définition

Le terme de paralysie cérébrale a été défini par un panel d'experts internationaux en 2006.

« La paralysie cérébrale décrit un groupe de troubles permanents du développement du mouvement et de la posture, entraînant des limitations d'activités, qui sont attribués à des perturbations non progressives apparaissant pendant le développement fœtal ou du cerveau du nourrisson avant l'âge de 2 ans. Les troubles moteurs de la paralysie cérébrale s'accompagnent souvent de troubles sensitifs, de la perception, de la cognition, de la communication, du comportement, d'épilepsie et musculosquelettiques secondaires. » [1]

La SCPE (Surveillance of Cerebral Palsy in Europe)<sup>1</sup> et l'ACPR (le Registre Australien de la Paralysie Cérébrale)<sup>2</sup> résument cette définition ainsi :

« La paralysie cérébrale est un groupe de troubles, c'est-à-dire un terme générique ; c'est un trouble permanent mais non immuable ; un trouble du mouvement et/ou de la posture et de la fonction motrice ; une interférence/lésion/anomalie non progressive ; cette interférence/lésion/anomalie se produit dans le cerveau en développement/immature ».

La SCPE ne tient pas compte des « limitations d'activités » ni des « symptômes associés » dans la définition courte, toutefois ils ont été définis plus précisément dans leurs documents. [2]

Les « limitations d'activités » sont un des éléments de la Classification Internationale du Fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF). [3] La CIF a été élaborée par l'OMS en 2001 afin de fournir un cadre pour décrire et organiser les informations relatives au fonctionnement et au handicap.

Dans la CIF, le handicap est un terme générique qui englobe les altérations, les activités et la participation. Les activités font référence aux capacités des personnes et sont des tâches et des actions qu'accomplissent les individus. Les limitations d'activités sont des difficultés vécues dans l'exécution d'activités.

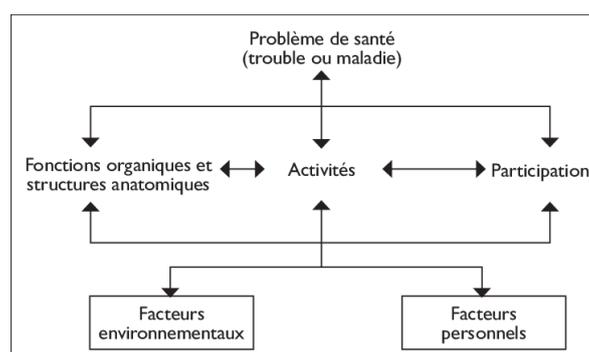


Figure 1 : Interactions entre les composantes de la CIF [3]

La « paralysie cérébrale » ou « cerebral palsy » en anglais, est le terme utilisé internationalement pour désigner cet ensemble de troubles. Il s'agit maintenant du terme de référence qui a permis une harmonisation internationale, point essentiel pour la recherche clinique.

<sup>1</sup> Site internet de la SCPE, Reference and training manual, section CP subtypes; consulté en décembre 2021

<sup>2</sup> Site internet cpregrister.com, consulté en décembre 2021

Ce terme regroupe les anciennes appellations de [4] :

- **l'infirmité motrice cérébrale (ou IMC)**, terme très répandu en France et défini par Guy Tardieux dès 1953.  
Lorsque le quotient intellectuel verbal est supérieur à 80, le patient a une intelligence normale malgré des troubles possibles de l'apprentissage et des troubles praxiques.
- **l'infirmité motrice d'origine cérébrale (ou IMOC)**  
Lorsque le quotient intellectuel verbal est compris entre 40 et 80 l'enfant n'a pas accès à l'abstraction.
- **le polyhandicap**  
Lorsque le quotient intellectuel verbal est inférieur à 40

Ce classement en fonction du QI pose des problèmes éthiques et est progressivement abandonné ; le QI est de plus difficile à évaluer dans le champ du polyhandicap.

### 1.1.2 [Epidémiologie](#)

La paralysie cérébrale est la première cause de handicap moteur chez l'enfant [5]

Il s'agit d'une pathologie qui touche 17 millions de personnes dans le monde et 125 000 en France<sup>3</sup>. Les estimations de la prévalence de la PC dans le monde varient en fonction de la méthodologie de recensement et des variations dans les critères de sélection. Ainsi dans le monde, les estimations varient entre 1,5 à plus de 4 cas pour 1 000 naissances selon les pays [6].

En Europe, la PC concernerait 2 à 3 cas pour 1000 naissances soit 1500 nouveaux cas par an [7], avec un ratio hommes/femmes de 1,3.

En France, on serait confronté à 1,75 cas pour 1000 naissances, avec une incidence de 4 nouveaux enfants par jour.<sup>4</sup>

Enfin, il existe un lien fort entre l'incidence et la prématurité (donc le petit poids de naissance). L'indicateur le plus élevé a été noté pour les bébés dont le poids de naissance était compris entre 1000 g et 1499 g (59,18/1000 naissances) et pour les bébés nés avant la 28e semaine de grossesse (111,8/1000 naissances) [8].

### 1.1.3 [Etiologie et facteurs de risques](#)

Il existe des facteurs anténataux, néo-nataux et post-nataux qui peuvent exercer une influence sur le développement du cerveau et donc sur la PC. [9]

- Facteurs prédisposants en anténatal
  - Sexe
  - Facteurs génétiques
  - Facteurs inflammatoires
  - Facteurs toxiques
  - Grossesse multiple
  - Maladies vasculaires de la grossesse
  - Retard de croissance intra-utérin
  - Prématurité
  - Post-terme
  - Facteurs maternels

---

<sup>3</sup> Site internet de la Fondation Paralysie Cérébrale, consulté en novembre 2021

<sup>4</sup> Site internet theconversion.com, article « La paralysie cérébrale, première cause de handicap moteur de l'enfant » par Chabrier S. et Dinomais M., consulté en novembre 2021

- Evènements périnataux aigus
  - o Anoxie à la naissance
  - o Inflammation/infection
- Facteurs supplémentaires post-nataux
- Les conditions socio-économiques

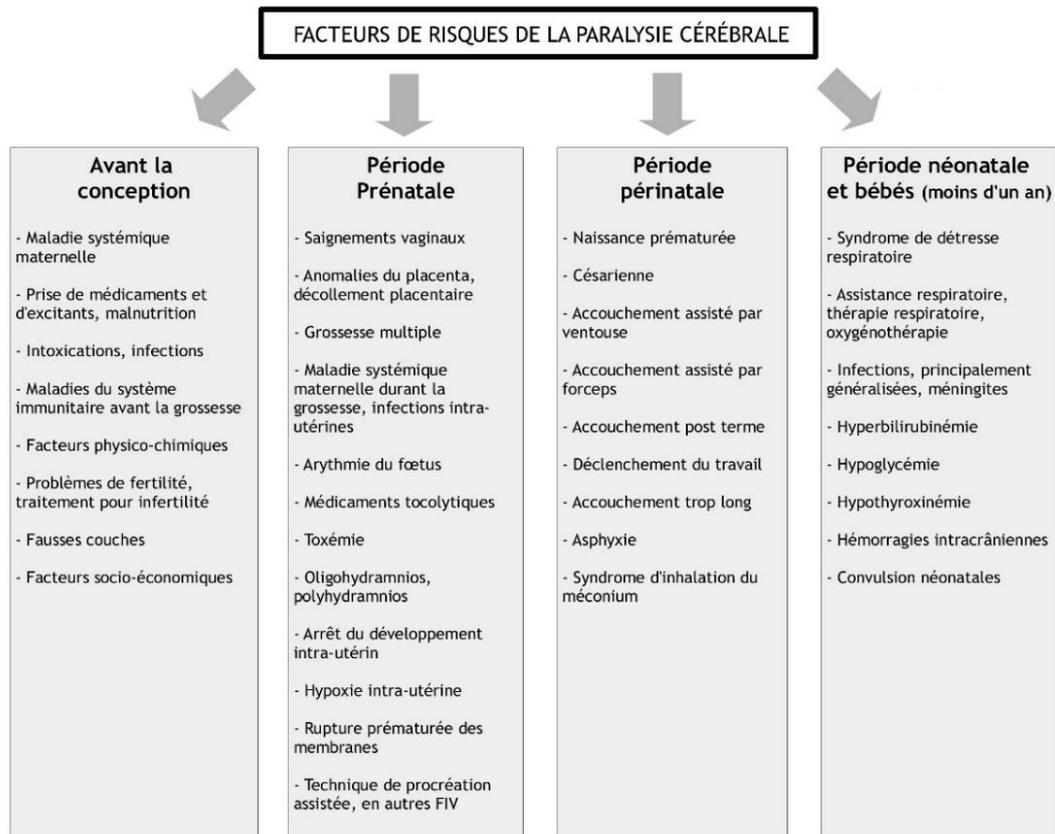


Figure 2 : Facteurs de risques de paralysie cérébrale (traduit de l'anglais) [8]

## 1.1.4 Formes cliniques

### 1.1.4.1 Formes cliniques en fonction du type d'atteinte neurologique prédominante

Il existe plusieurs formes cliniques de la paralysie cérébrale en fonction de l'atteinte du tonus musculaire : [9][10]

- La forme **spastique** : il s'agit de la forme la plus courante (environ 80% des personnes avec un diagnostic de PC), caractérisée par un tonus accru et des réflexes pathologiques. Il en résulte un modèle anormal de posture et/ou de mouvement, suite à l'atteinte de la voie pyramidale.
- La forme **dyskinétique** (environ 6%) : caractérisée par des mouvements involontaires récurrents et parfois stéréotypés ; le tonus musculaire est ici fluctuant. Il existe deux sous types : la forme dystonique et la forme choréo-athétosique. Elle est en liée à une atteinte des voies extra-pyramidales.
- La forme **ataxique**, (environ 6%), est caractérisée par une perte de coordination musculaire ordonnée, de sorte que les mouvements sont effectués avec une force, un rythme et une précision anormaux. Elle provient d'une atteinte du cervelet.
- La forme **mixte** est définie comme une combinaison des atteintes.

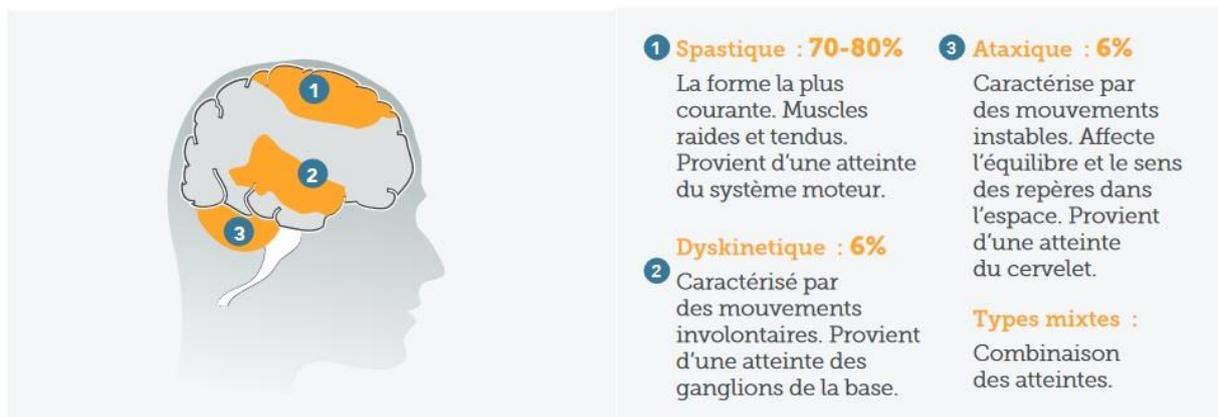


Figure 3 : Classification des PC en fonction de leur symptomatologie neurologique prédominante [11]

#### 1.1.4.2 Formes cliniques en fonction de l'atteinte topographique prédominante

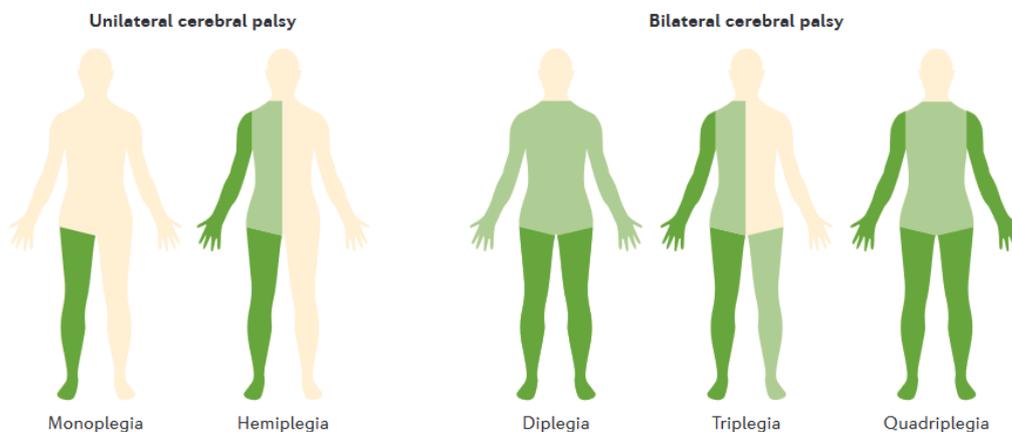


Figure 4 : Classification des PC en fonction de la topographie [12]

Il est possible de définir le type de PC en fonction de la localisation de l'atteinte. Il existe des :

##### - Formes **unilatérales**

Elles sont caractérisées par le fait qu'un seul côté du corps est totalement ou partiellement affecté. Elles regroupent :

- Monoplégie/monoparésie : un membre est touché que ce soit le membre inférieur ou le membre supérieur
- Hémiplégie/hémiaparésie : atteinte des membres unilatéraux inférieur et supérieur. L'atteinte est souvent dominante au membre supérieur. On ne note pas d'atteinte de la face.

##### - Formes **bilatérales**

Les formes bilatérales sont caractérisées par le fait que les deux côtés du corps sont totalement ou partiellement touchés. Elles regroupent :

- Diplégie/diparésie : les membres inférieurs sont préférentiellement atteints
- Triplégie/triparésie : les membres unilatéraux supérieurs et inférieurs sont atteints, un troisième membre est touché de l'autre côté du corps, le plus souvent le membre inférieur
- Quadriplégie/quadriparésie : les quatre membres et le tronc sont atteints. L'atteinte peut être prédominante sur certains membres.

### 1.1.4.3 Formes cliniques en fonction de la sévérité des paralysies cérébrales

Il est possible de classer les PC en fonction de la sévérité de l'atteinte. Elle peut être appréciée grâce à deux classifications motrices de référence :

- 1) **Gross Motor Function Classification System (GMFCS)** s'intéresse à la fonction motrice globale des personnes atteintes de paralysie cérébrale et examine à cet effet les mouvements tels que la position assise, la marche et l'utilisation d'appareillages.  
La GMFC est graduée en 5 niveaux en fonction de la mobilité et de l'autonomie à la marche : le stade 1 correspond au handicap le plus léger (déambulation sans difficulté) et le stade 5 au plus lourd (mobilité possible grâce à l'aide d'un tiers). (Cf Annexe 1)
- 2) **Manual Ability Classification System (MACS)** s'intéresse à la motricité spécifique du membre supérieur. Elle est graduée en 5 niveaux également, se focalisant sur le bras et la préhension (utilisation de la main et manipulation d'objets) dans les activités quotidiennes. (Cf Annexe 2)

### 1.1.5 Troubles de la fonction motrice

Le caractère non progressif de la lésion ou de l'anomalie cérébrale ne signifie pas que la situation clinique des enfants reste stable.<sup>5</sup>

La paralysie cérébrale regroupe un ensemble de troubles qui peuvent être subdivisés en : [13]

- **Troubles primaires** : ils sont liés directement à la lésion cérébrale précoce (atteintes corticales et sous-corticales) et entraînent des déficits de fonction. Ces déficits peuvent être des déficits moteurs ou de tonus tels que : parésie ou déficit de contrôle segmentaire, spasticité, co-contraction, dyskinésie, syncinésie, atteintes du contrôle postural, déficits cognitifs et troubles associés.  
  
Ces troubles primaires vont évoluer au cours de la croissance et du vieillissement et entraîner des troubles secondaires et tertiaires.
- **Troubles secondaires** : ils sont les conséquences de la lésion cérébrale précoce sur le système musculo-squelettique en croissance. Il s'agit alors de troubles musculo-squelettiques tels que des rétractions musculaires, limitations articulaires, vices architecturaux, anomalies de la croissance, troubles de la statique rachidienne, douleurs. *Ces troubles sont illustrés en figure 5.*

---

<sup>5</sup> Site internet theconversion.com, article « La paralysie cérébrale, première cause de handicap moteur de l'enfant » par Chabrier S. et Dinomais M., consulté en novembre 2021

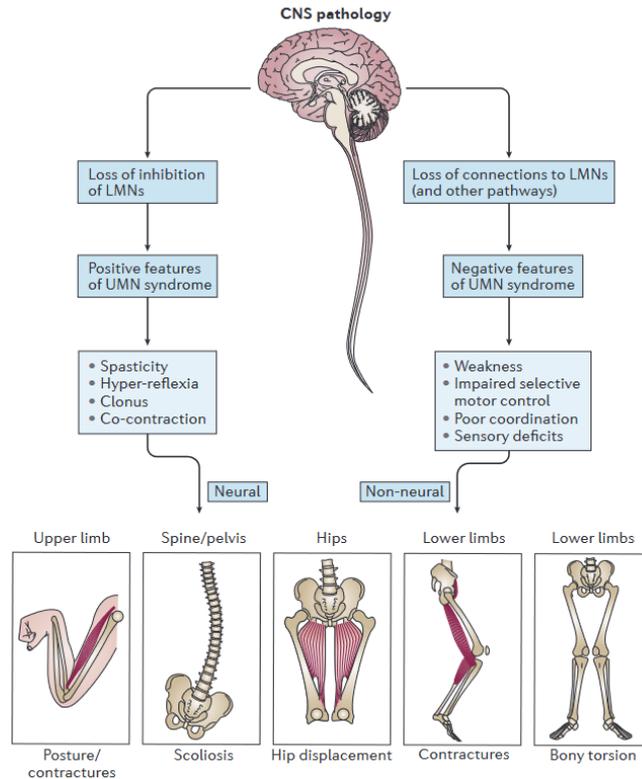


Figure 5 : Troubles musculo-squelettiques suite à l'atteinte des motoneurones supérieurs [12]

- **Troubles tertiaires** : il s'agit alors de stratégies de compensation volontaire des anomalies primaires et secondaires, motivées par un but fonctionnel et ainsi de pallier les limitations d'activités et les restrictions de participation sociale.

### 1.1.6 Troubles associés

Le handicap moteur est le principal symptôme de la PC et s'échelonne d'un grade minime à profond, cependant l'incapacité peut être exacerbée par un large éventail de troubles associés. [14]

De plus, plus la déficience motrice est sévère, plus le risque d'autres troubles est important.<sup>6</sup>

Leur présence complique le traitement, diminue l'état de santé et la qualité de vie de la personne et sa famille, et augmente également les coûts.

Il existe des troubles primaires associés non négligeables tels que :

- des troubles **cognitifs** : des troubles visuo-spatiaux, exécutifs, de mémoire, attentionnels
- des troubles du **développement intellectuel** (TDI) entraînant des troubles de l'apprentissage (la moitié peut avoir une scolarité dite « normale », l'autre moitié souffre de déficience intellectuelle)
- des troubles de la **communication** et du **langage** (un quart ne peut pas parler)
- des crises d'**épilepsie** (un quart sont épileptiques car un cerveau lésé a plus de risques d'être épileptique avec des crises plus graves)
- des troubles **sensoriels, sensitifs** et **neuro-visuels** : visuels et auditifs principalement mais aussi proprioceptifs, vestibulaires, tactiles, olfactifs, gustatifs (1/10 ont une déficience visuelle grave, 1/25 une déficience auditive grave voire une surdité)

<sup>6</sup> Site internet theconversion.com, article « La paralysie cérébrale, première cause de handicap moteur de l'enfant » par Chabrier S. et Dinomais M., consulté en novembre 2021

Ainsi que des troubles associés secondaires tels que :

- des troubles du **comportement** et de **personnalité** (pour le quart d'entre eux) comme de l'agressivité envers les autres ou envers eux.
- des troubles de la **salivation** (20% ont des problèmes de contrôle de la salivation)
- des troubles **d'alimentation** (1/15 sont nourris par sonde, certains souffrent de problèmes de fausse route, de reflux gastro-œsophagien)
- des troubles **vésico-sphinctériens** : retard d'acquisition de la propreté, dysurie, constipation, fuites (un quart souffrent d'incontinence ou ont des problèmes de contrôle de leur vessie)
- des troubles **respiratoires**, notamment des encombrements bronchiques, et une toux difficile entraînant des infections récurrentes
- des troubles du **sommeil** (dans 20% des cas)
- une altération de l'**état général** : surpoids entraînant un surhandicap
- des déformations orthopédiques qui pourront entraîner des **douleurs** (pour 3/4 d'entre eux)
- une **fatigabilité** importante. [15][8]

### 1.1.7 [Diagnostic](#)

Etablir le diagnostic de la paralysie cérébrale n'est pas aisé, et souvent retardé vers l'âge de 1 à 2 ans ou au-delà. [16]

Il existe une grande disparité dans l'âge où les enfants PC sont orientés vers des spécialistes pour un diagnostic. La mise en place d'une harmonisation des tests est nécessaire pour améliorer les stratégies de dépistage et le rendre plus précoce.[17]

En effet nous savons aujourd'hui que plus le dépistage est précoce, plus il permet une prise en charge rapide et adaptée, qui est nécessaire pour optimiser les chances de l'enfant paralysé cérébral.[18]

Ce diagnostic repose sur une combinaison d'examen cliniques neurologiques, d'imagerie cérébrale et d'identification de facteurs de risques [19]. Les outils dotés de la meilleure validité prédictive sont l'IRM, l'évaluation des mouvements généraux de Prechtl, l'examen neurologique du nourrisson Hammersmith.[14]

La rapidité du diagnostic diffère selon la présence de facteurs de risques identifiables : [16]

- Si l'enfant présente un(des) facteur(s), un dépistage précoce et une surveillance peuvent être mis en place
- Sinon, la PC sera décelée plus tard grâce à des signes tels que : la présence de retard moteur (par exemple, l'incapacité à s'asseoir de façon autonome à 9 mois), des mouvements asymétriques, la préférence d'un membre (normalement il n'y a pas de latéralisation à cet âge), un tonus musculaire anormal, une posture inhabituelle, la persistance de réflexes (par exemple réflexe de Moro).

De plus la surveillance de symptômes associés tels que les troubles de l'audition ou de la vision, les crises d'épilepsie, les problèmes de perception liés au toucher ou à la douleur ainsi que la dysfonction cognitive peuvent contribuer au diagnostic de PC.

Sur la question d'un diagnostic faussement positif, facteur de stress inutile pour les parents, des études montrent que les parents préfèrent savoir si leur enfant est à haut risque de PC le plus tôt possible, afin d'optimiser la prise en charge. [20]

### 1.1.8 L'approche kinésithérapique

Les enfants atteints de paralysie cérébrale peuvent présenter différents niveaux de retards psychomoteurs.

Les objectifs varient donc d'un enfant à l'autre, en fonction du tableau clinique (c'est-à-dire le type d'atteinte motrice, sa localisation, sa gravité, les déficiences associées). Chaque PC étant unique, sa prise en charge doit donc être individuelle et adaptée à l'enfant. Elle varie également en fonction de son âge, se concentrant au début sur l'acquisition motrice et ciblant plus tard la lutte contre l'aggravation des troubles secondaires.

Selon l'ordre des masseurs-kinésithérapeutes<sup>7</sup>, les objectifs de la prise en charge en kinésithérapie sont de :

- « Favoriser les acquisitions motrices et l'autonomie de l'enfant pour une meilleure participation aux activités familiales, scolaires et sociales ». Pour cela le kinésithérapeute cherche à améliorer la motricité et la mobilité de l'enfant en se basant sur les niveaux d'évolution motrice (NEM).
- « Améliorer les performances fonctionnelles (transferts, déplacements, déambulation...) ;
- Prévenir l'apparition des rétractions musculaires et des troubles ostéo-articulaires secondaires (conséquences des troubles neurologiques sur le corps en croissance) qui pourraient avoir des conséquences néfastes sur la motricité et l'autonomie à l'adolescence et à l'âge adulte ;
- Encadrer l'utilisation des appareillages de posture et de fonction ;
- Accompagner l'enfant et sa famille dans leur projet de vie. »

La rééducation neuro-motrice est basée sur des principes d'intensité, de répétitions, et d'activités fonctionnelles orientées vers la tâche.

La prise en charge doit être également globale (non analytique), ludique et respecter la fatigabilité des enfants (plus fatigables que des enfants valides).

La prise en charge a finalement pour but de renforcer les muscles faibles, de gagner en amplitudes articulaires et en longueurs musculaires, d'entraîner en cardio-respiratoire, de développer la coordination motrice, de travailler l'équilibre, d'améliorer le schéma de marche, de faire progresser la préhension et la manipulation d'objets et de gagner en autonomie.

Les deux techniques les plus connues en neuro-pédiatrie sont le concept Bobath et la méthode Le Métayer.

En ce qui concerne la rééducation motrice du membre supérieur, les thérapies émergentes les plus connues sont :

- la thérapie par contrainte induite du mouvement (CIMT), qui consiste à améliorer les performances bimanuelles en contentonnant le membre supérieur le moins affecté pour augmenter ainsi l'utilisation du membre supérieur le plus affecté.[21]
- l'entraînement intensif bimanuel main-bras (HABIT) qui se base sur un entraînement intensif des activités de coordinations bimanuelles par le jeu et des activités fonctionnelles et qui a pour but d'améliorer l'utilisation des deux membres supérieurs dans la vie quotidienne.[22]

---

<sup>7</sup> Site internet ordremk.fr, section Quelle rééducation pour la paralysie cérébrale de l'enfant ?, consulté en décembre 2021

La revue de littérature de Novak et al. 2013 [23] a été le point de départ de consensus et recommandations de bonnes pratiques, pour lesquelles ont été publiées par la suite des mises à jour. La revue de littérature de Novak et al. 2019 [24] sert de référence au niveau international.

### 1.1.9 Recommandations thérapeutiques de la HAS sur la prise en charge de la paralysie cérébrale

La HAS a publié tout récemment des Recommandations de Bonnes Pratiques à propos de la rééducation et la réadaptation de la fonction motrice de l'appareil locomoteur des personnes diagnostiquées de paralysie cérébrale, le 6 décembre 2021. [25] Au préalable, il n'existait pas de recommandations francophones ; elles étaient donc très attendues ! Elles émanent d'un groupe de travail qui s'est basé sur la littérature scientifique et son expérience personnelle pour proposer une priorisation des interventions en rééducation et en réadaptation, établie en fonction de leur pertinence clinique.

Interventions en rééducation et en réadaptation	Priorité		
	Enfants de 2 à 12 ans	Adolescents de 12 à 18 ans	Adultes de plus de 18 ans
<b>Rééducation et réadaptation fonctionnelle conventionnelle</b>			
Mobilisations passives : postures passives nocturnes	2	2	3
Renforcement musculaire	1	1	2
Exercices aérobies ou entraînement cardiorespiratoire à l'effort	1	1	1
Exercices basés sur le biofeedback	3	3	3
Entraînement à la marche	1	1	1
Entraînement spécifique à la marche arrière	2	2	3
Entraînement à la marche sur tapis roulant	2	2	2
Orthèse cheville-pied pour déficit moteur du pied et de la cheville	2	2	2
Orthèse cheville-pied pour déambulation avec équien	1	1	2
<b>Programmes de rééducation et réadaptation intensive</b>			
Thérapie par contrainte induite du mouvement (CIMT)	3	3	3
Version modifiée de la thérapie par contrainte induite du mouvement (mCIMT)	3	3	3
Entraînement intensif bimanuel main-bras (HABIT)	1	1	3
Entraînement intensif bimanuel main-bras incluant les membres inférieurs (HABIT-ILE)	1	1	3
<b>Activité physique adaptée</b>			
Activité physique	1	1	1
Activités sportives	1	1	1
Balnéothérapie	1	1	1
Hippothérapie	2	2	2
<b>Rééducation robotisée et/ou informatisée</b>			
Jeux informatiques interactifs	2	2	2
Thérapie par réalité virtuelle	2	2	2
<b>Rééducation basée sur d'autres approches</b>			
Thérapie miroir	3	3	3
Éducation thérapeutique du patient et de la famille	1	1	1

\* 1 = prioritaire ; 2 = secondairement prioritaire ; 3 = non prioritaire

Figure 6 : Priorisation des interventions en rééducation et en réadaptation selon la HAS, décembre 2021 <sup>8</sup>

Il en ressort que chez les enfants et les adolescents atteints de PC, la priorité en termes de rééducation et réadaptation en raison de la pertinence clinique sont : le renforcement musculaire, les exercices aérobies ou d'entraînement cardio-respiratoire à l'effort, l'entraînement à la marche, les orthèses cheville-pied pour la déambulation avec équien, les programmes HABIT et HABIT-ILE, l'activité physique, les activités sportives, la balnéothérapie ou encore l'éducation thérapeutique.

<sup>8</sup> Site de la HAS, section Rééducation et réadaptation de la fonction motrice de l'appareil locomoteur des personnes diagnostiquées de paralysie cérébrale, consulté en décembre 2021

Selon les recommandations parues en décembre 2021, la thérapie miroir peut actuellement être proposée aux enfants et adolescents atteints de paralysie cérébrale dans le but d'améliorer leur fonction bimanuelle. Toutefois elle n'est pas recommandée isolément mais associée à de la rééducation dite conventionnelle. Enfin les caractéristiques précises d'intervention telles que l'intensité et la durée ne peuvent être « recommandées » avec les connaissances actuelles.

La thérapie miroir est donc, à ce jour, une intervention dite non prioritaire.

## 1.2 L'hémiplégie de l'enfant

### 1.2.1 Définition

La majorité (80-90%) des hémiplégies de l'enfant sont d'origine congénitale, et sont des formes de paralysie cérébrale.

Il existe cependant une petite minorité d'hémiplégies acquises plus tard pendant l'enfance, c'est-à-dire à partir de l'âge de 2 ans, liées à des contextes traumatiques, infectieux, ou d'AVC ; la symptomatologie ressemblera alors plus à la neurologie adulte.

Dans ce mémoire nous nous concentrerons en particulier sur l'enfant paralysé cérébral hémiplégique, aussi appelée paralysé cérébral unilatéral (PCU).

Les enfants PCU représentent la forme la plus fréquente de PC, avec une prévalence de 1 pour 1300 naissances soit 39% des PC. [26] [27]

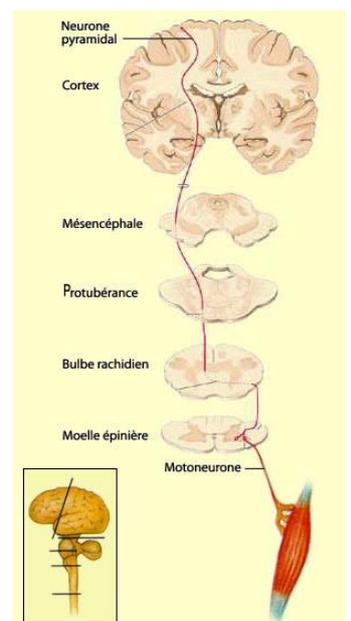
Cette hémiplégie est alors essentiellement liée à des atteintes focales (dans un hémisphère cérébral) et peut résulter d'une lésion dans différentes zones telles que la substance blanche périventriculaire, ou la substance grise corticale et/ou profonde (ex : AVC) ou d'une malformation du cerveau sur un hémisphère mais qui vont survenir dans la période prénatale, périnatale ou post-natale avant 2 ans. [28]

### 1.2.2 Rappels hémiplégie et hémiparésie

L'hémiplégie se définit comme un syndrome pyramidal encéphalique (atteinte du système nerveux central), caractérisé par une atteinte motrice d'un hémicorps lié à une lésion unilatérale de la voie motrice principale : entre le neurone d'origine de la voie pyramidale et sa synapse avec le motoneurone  $\alpha$  dans la corne antérieure de la moelle. Le déficit sera alors controlatéral à la lésion.

Elle se définit par une paralysie partielle (hémiparésie) ou totale (hémiplégie) d'un hémicorps.

Figure 7 : Voie motrice principale<sup>9</sup>



<sup>9</sup> Site internet lecerveau.mcgill.ca, section Corps en mouvement, consulté en décembre 2021

### 1.2.3 Conséquences

Il existe une grande variabilité dans le spectre des hémiparésies. [9] [28]

- L'atteinte est généralement spastique mais quelques mouvements involontaires ou dystoniques sont relativement fréquents au niveau du membre supérieur.
- Habituellement, les PC unilatéraux ne présentent pas d'anomalie du tonus axial, et l'atteinte de la face est exceptionnelle si la lésion est périnatale.
- L'atteinte intellectuelle est variable.
- L'épilepsie est très fréquente, deux fois plus que dans la population de PC générale : en effet un PCU sur deux est sujet aux crises d'épilepsie, contre un PC sur quatre.
- La majorité des PCU peuvent marcher malgré un retard d'acquisition de la marche (vers 18 mois-2 ans)
- Une asymétrie des mouvements est souvent présente
- Le membre supérieur est généralement plus touché que le membre inférieur
- Les atteintes sont surtout distales (main, pied) plutôt que proximales

Le degré d'atteinte de la main hémiparétique varie :

- Dans 1/3 des PCU, la main sera une assistante efficace
- Dans 1/3 des PCU, la main sera une assistante partielle
- Dans 1/3 des PCU la main sera une assistante inefficace et souvent atrophique

La main souffre de troubles de dextérité et les fonctions bimanuelles sont altérées.

La principale conséquence est l'altération fonctionnelle du membre supérieur qui entraîne des problèmes pour atteindre, pointer, prendre, relâcher et manipuler des objets.[29]

De plus ces troubles de préhension sont entretenus car le membre du côté hémiparétique est souvent moins sollicité que l'autre membre, toujours plus efficace.

Or la capacité d'atteindre et de saisir des objets est l'une des tâches fondamentales des activités quotidiennes. [30]

C'est pourquoi il est primordial de s'attarder sur la rééducation du membre et de l'intégrer dans le schéma moteur.

Aux troubles moteurs, peuvent s'ajouter des troubles sensitifs, gnosiques, l'altération du schéma corporel, mais également des problèmes de champ visuel. Celui-ci étant amputé du côté de l'hémiparésie, l'enfant est obligé de tourner la tête pour y « accéder », ce qui crée une négligence involontaire. C'est un aspect sur lequel il faut être vigilant en classe, notamment en choisissant la place de l'élève par rapport au tableau[31] [32].

## 1.3 Plasticité cérébrale

Le concept de plasticité cérébrale a été introduit à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, début du XX<sup>ème</sup> siècle grâce aux travaux de James, Tanzi, Lugaro et Cajal. [33]

La **plasticité cérébrale**, aussi dénommée **plasticité neuronale** ou **neuroplasticité** est la « *capacité du système nerveux à répondre à des stimuli intrinsèques ou extrinsèques en réorganisant sa structure, ses connexions et sa fonction* ». [34]

Le terme plasticité est définie comme « *qualité de ce qui est plastique, malléable* »<sup>10</sup>

Cette plasticité se produit à différents niveaux d'organisation du système nerveux.

Ainsi, on peut parler de plasticité du tissu nerveux, de plasticité neuronale ou gliale, de plasticité synaptique (synapse = zone d'échange d'information entre neurones, qui permet d'apprendre et de garder en mémoire), etc. [35]

Elle fut d'abord expérimentée chez le chat et le rongeur (notamment avec la privation visuelle d'un œil ou des deux). [36] [37]

Les différentes études ont permis de mettre en évidence les notions de :

- **région cérébrale impliquée** : si on perturbe une aire cérébrale spécifique, on aura un déficit spécifique
- **période critique** : chaque région cérébrale a un programme particulier de développement et les capacités sont fortement dépendantes de cette période. Le cerveau - même à distance d'une lésion - peut s'adapter mais plus on s'éloigne de la période critique, moins les capacités de plasticité sont importantes [38]

La variété des processus biologiques impliquant la plasticité neuronale comprend la neurogenèse, la migration cellulaire, les modifications de l'excitabilité neuronale et de la neurotransmission, la génération de nouvelles connexions et la modification des connexions existantes. Le remodelage et le raffinement des connexions font appel à la formation et à l'élimination des synapses, à l'expansion et à la rétraction des arborescences dendritiques, ainsi qu'à la germination et à l'élagage des axones.[35]

La plasticité cérébrale commence avant la naissance et se poursuit tout au long de la vie, mais elle est plus importante au cours du développement. [39]

Concentrons-nous sur la plasticité après une lésion dite « plasticité post-lésionnelle ». On espère dans ce cas une réorganisation des réseaux neuronaux et des synapses pour améliorer la fonction.

Contrairement à l'adulte, pendant la croissance, les systèmes neuronaux et synapses sont en plein développement.[40]

Ainsi, en cas de lésion, il y a un risque de perte de fonction établie mais également un risque de compromettre les acquisitions ultérieures.

La plasticité a alors pour rôle de rattraper la fonction pour permettre au cerveau lésé de continuer de se développer et donc de ne pas entraver le développement normal.

Différents facteurs influencent l'efficacité de la plasticité adaptative : [9]

- Localisation de la lésion : lieu, étendue
- Stade de développement
- Prédisposition génétique
- Facteurs socio environnementaux, économiques, rééducationnels

Néanmoins l'adaptation ne s'effectue pas toujours de manière positive notamment dans le cas d'un cerveau hyperexcitable prédisposé aux crises d'épilepsie. [34]

---

<sup>10</sup> Site internet Larrousse, consulté en décembre 2021

La plasticité cérébrale apparaît donc comme un attribut essentiel qui confère au cerveau la capacité de modifier sa structure et sa fonction en réponse à des changements dans l'activité et la demande neuronale. Elle peut ainsi permettre d'acquérir de nouvelles capacités d'apprentissage et de mémorisation ou de récupérer partiellement une fonctionnalité après une blessure.

### 1.3.1 Réorganisation corticale suite une lésion cérébrale précoce unilatérale

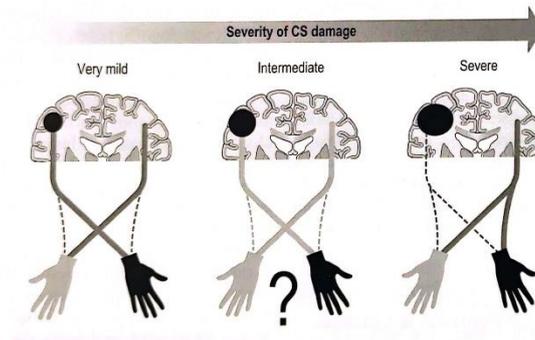


Figure 8 : Schéma de la réorganisation corticale ipsilatérale versus controlatérale suite à une lésion cérébrale précoce unilatérale [28]

Grâce à des études utilisant la stimulation magnétique transcrânienne et l'IRM, le grand potentiel de la plasticité cérébrale a été démontré. Elle peut permettre de réduire les conséquences d'une lésion cérébrale précoce, même s'il n'existe pas à proprement parler de « réparation neuronale ». [41]

Cette adaptation peut suivre deux schémas de réorganisation du système moteur après une lésion précoce unilatérale : [42]

- Interhémisphérique, où le cortex moteur primaire de la main parétique est situé au niveau du gyrus précentral de l'hémisphère sain et un faisceau ipsilatéral à l'hémisphère sain est développé.

Ce type de réorganisation est observé le plus souvent suite à des lésions périventriculaires de la substance blanche et est décrit lorsque la lésion est survenue très précocement (pendant la grossesse ou le premiers mois extra-utérin) mais jamais après 2 ans. Ce type de réorganisation est donc caractéristique de la PC.

Toutefois ce type de réorganisation n'est jamais totalement efficace et la fonction manuelle ne sera pas normale. Mais plus tôt la lésion cérébrale est apparue, plus tôt la réorganisation se met en place, et le faisceau ipsilatéral n'ayant pas encore complètement dégénéré, le pronostic fonctionnel sera meilleur.

En résumé, dans le cas de la réorganisation ipsilatérale, le cortex moteur de l'hémisphère sain prend en charge les deux mains, la main saine via le faisceau controlatéral, et la main parétique via le faisceau ipsilatéral.

- Intrahémisphérique, où le cortex moteur primaire de la main parétique reste situé au niveau du gyrus précentral de l'hémisphère lésé donc en controlatéral.

Cette réorganisation est similaire à celle que l'on peut voir après un AVC chez l'adulte, elle est essentiellement observée suite à des lésions corticales ou sous-corticales (en toute fin de grossesse ou dans les premiers mois extra-utérins).

Il en découle une meilleure fonction motrice de la main parétique par rapport à une réorganisation ipsilatérale. En effet, plus il y a d'activation proche du sillon central du côté de l'hémisphère lésé (c'est-à-dire dans des zones proches du lieu où les aires motrices devraient théoriquement se situer), meilleure est la fonction de la main du côté lésé.

Dans ce cas les faisceaux ipsilatéraux n'existent plus ou ne sont plus fonctionnels.  
En résumé, dans le cas de cette réorganisation controlatérale, la main parétique est prise en charge pas le cortex moteur lésé via le faisceau corticospinal croisé.

Le type de réorganisation de la motricité cérébrale peut influencer l'efficacité de certaines thérapies. En effet il semblerait que ce soit le cas pour la contrainte induite qui est moins profitable aux enfants présentant une réorganisation ipsilatérale.[43]

#### 1.4 Système de neurones miroirs

Les neurones miroirs sont une classe particulière de neurones visuo-moteurs, découverts à l'origine sur des macaques par l'équipe de Giacomo Rizzolatti à l'Université de Parme dans les années 1990. [44] Un secteur de leur cortex (F5) est caractérisé par la présence de neurones qui codent des actes moteurs liés à un but, comme la préhension de la main et de la bouche. Depuis, les études ont démontré qu'il n'y aurait non pas une mais trois zones interconnectées (F5, STS<sup>11</sup>, PF<sup>12</sup>) dans le cerveau du singe qui contiendraient des neurones réagissant aux mouvements biologiques.[45]

Certaines de ces cellules sont des neurones moteurs, d'autres répondent également aux stimuli visuels. Certaines d'entre elles sont activées par la présentation d'objets, tandis que d'autres - neurones miroirs - nécessitent l'observation d'une action pour leur activation. La principale caractéristique fonctionnelle des neurones miroirs est qu'ils deviennent actifs à la fois lorsque le singe effectue un mouvement particulier (par exemple, lorsqu'il saisit une cacahuète) et lorsqu'il observe un autre individu (singe ou humain) faire un mouvement similaire.

Chez les singes, on constate que les neurones miroirs ne répondent pas à la vision d'une main qui mimerait une action en l'absence de l'objet convoité ni à l'observation d'un objet seul, même s'il présente un intérêt.[45]

Chez l'homme, une des premières recherches qui met en évidence un système miroir est celle menée par Cohen et Gastaut sur la réactivité des rythmes cérébraux pendant l'observation du mouvement. Leurs résultats soutiennent fortement l'existence d'un système de correspondance entre l'observation et l'exécution d'une action.[45] Les expériences neurophysiologiques postérieures [44] montrent clairement que l'observation de l'action est liée à l'activation des zones corticales qui sont impliquées dans le contrôle moteur.

L'activation du circuit des neurones miroirs est essentielle pour permettre à l'observateur une pleine compréhension de l'action observée. Cette compréhension est présente à la fois chez les singes et les humains.

Cependant, chez l'humain elle peut permettre de bâtir d'autres fonctions, comme l'imitation.[46]

Cette constatation diffère de celles faites chez le singe, au moins dans l'aire F5, où seules les actions avec une finalité permettent d'activer efficacement les zones motrices. En d'autres termes, le système miroir des singes leur permet de coder le but du mouvement, mais est trop « primitif » pour coder les détails du mouvement.[46] Ils ne peuvent donc pas le reproduire.

Chez l'homme, l'observation d'actions sans but produit une activation du cortex moteur.

En conclusion, le système des neurones-miroirs, impliqué de toute évidence dans la répétition immédiate de mouvements effectués par autrui, semble unifier dans un même mécanisme neuronal

---

<sup>11</sup> Sillon Temporal Supérieur, se situe dans le lobe temporal

<sup>12</sup> Aire 7b de Brodmann, se situe sur le lobule pariétal inférieur

une variété de phénomènes qui vont des comportements élémentaires à des fonctions cognitives supérieures chez l'homme, telles que l'apprentissage par imitation et la compréhension de l'action. En outre, toujours d'après Rizzolatti, le système miroir pourrait même sous-tendre d'autres fonctions cognitives comme la compréhension du langage et l'empathie.[46] D'autres chercheurs mettraient en cause un déficit du système de neurones miroirs chez les enfants autistes responsable de leurs faibles capacités d'imitation et de leurs difficultés de sociabilisation. [47]

De son côté, Dinomais [42] s'est demandé si l'activation du cortex moteur lors d'observations d'un mouvement était similaire dans le cadre de la paralysie cérébrale unilatérale où l'enfant présente une expérience sensorimotrice faible de sa main parétique, à savoir si l'observation d'une action entraînait également chez lui l'activation des réseaux neuronaux responsables de cette action.

Il a conclu que c'était le cas : l'observation d'un mouvement simple d'une main parétique entraînait effectivement l'activation du cortex sensorimoteur du côté lésé, avec une activation plus importante que celle induite par l'observation d'une main du côté sain.

## 1.5 Approche thérapeutique : La thérapie miroir

### 1.5.1 Définition et historique

La thérapie miroir (TM) consiste à effectuer des mouvements avec le membre dit sain en observant son reflet dans le miroir à la place du membre dit lésé qui est alors exclu du champ visuel.

La thérapie miroir a été décrite pour la première fois dans les années 1990 par le psychologue cognitiviste Ramachandran. [48] Initialement ce modèle de thérapie miroir a été appliqué chez les patients amputés : ceux-ci souffraient de douleurs dues à une incongruence entre l'information visuelle (absence du membre) et leur mémoire sensori-motrice. L'objectif était alors de donner l'illusion au cortex cérébral que le membre amputé ne l'était plus grâce à un leurre sensoriel : le reflet de leur bras valide dans le miroir.

Ensuite de nombreuses études ont démontré l'efficacité de cette technique sur l'algohallucinoïse des patients amputés.

Puis des études ont été menées pour d'autres indications :

- Dans l'hémiplégie adulte après un AVC, où il existe une incongruence entre la volonté motrice et le retour sensoriel qui ne correspond pas aux souhaits de la personne. Les patients devaient s'exercer en regardant le reflet de leur membre sain dans un miroir placé devant le membre déficient, ils avaient alors l'illusion visuelle d'un membre parétique devenant fonctionnel. [49] Après cette étude, des ECR de bonne qualité ont été publiés chez les adultes post-AVC : Dohle et al. 2009 [50], Sutheyaz et al. 2007 [51], Yavuzer et al. 2008 [52]. Et enfin une revue de littérature a confirmé l'efficacité de cette thérapie dans le traitement de l'hémiplégie du membre supérieur chez l'adulte avec des améliorations en termes de fonctions et aussi en termes d'activités du quotidien, voire même de traitement de la douleur. [53]
- Dans le cas d'un syndrome régional douloureux complexe de type I, la thérapie miroir permettrait une diminution significative de la douleur au repos et en mouvement, et agirait sur les troubles vasomoteurs. [54] [55]

- Concernant les lésions nerveuses périphériques, malgré le petit nombre d'études, la TM permettrait une diminution des douleurs suite à l'apparition d'un syndrome régional complexe de type II, secondaire aux lésions. [56]

### 1.5.2 Réalisation

Les conditions de réalisation de la TM sont encore hétérogènes car il n'existe pas à ce jour de consensus sur les modalités d'application. [57]

Le patient doit être assis de manière confortable, propice au travail.

Le miroir est placé entre les membres de manière à refléchir le membre sain tandis que le membre lésé est complètement caché derrière le miroir.

Cette disposition doit permettre au patient d'avoir la sensation d'observer son membre lésé, il visualise alors un membre sain aux capacités fonctionnelles normales à la place du membre présentant un trouble de la fonction motrice.

La vision de ce reflet induit des afférences visuelles nouvelles, parfois contradictoires par rapport aux afférences proprioceptives que le patient reçoit quotidiennement.

Le patient doit réaliser des mouvements avec le membre sain et dans la mesure du possible avec le membre lésé.

Il existe en effet plusieurs niveaux d'intention motrice adaptés aux capacités motrices du patient :

- l'observation (passive)
- l'imagination (simulation, sans intention de « faire » le geste)
- l'ébauche motrice (le patient ébauche le geste, sans effort)
- l'effort moteur (le patient tente de reproduire le geste avec le membre déficitaire).

Le thérapeute met également en place une progression, en termes de mouvements (plus fins, plus de coordination, plus de force) ou d'environnement (luminosité, lieu, atmosphère)

Généralement, on fait réaliser les exercices sous forme de séries avec plusieurs répétitions du même mouvement.

La thérapie miroir peut être utilisée aussi bien pour les membres supérieurs que les membres inférieurs.

### 1.5.3 Mécanisme et objectifs

La thérapie miroir repose sur l'activation des neurones miroirs. En visualisant le mouvement dans le miroir tout en l'exécutant, le patient sollicite doublement les neurones de sa zone corticale : observer et effectuer le mouvement produit une sorte de réalité augmentée qui sollicite les neurones miroirs. Ils pourraient alors contribuer à reconstruire des capacités motrices déficientes. Le but est d'optimiser les résultats moteurs de ces patients. [58]

### 1.5.4 Avantages et limites potentiels

- La thérapie miroir nécessite un membre présentant un trouble fonctionnel moindre que celui qui en est bénéficiaire. Dans le cas contraire, la stimulation n'est pas suffisante pour la réintégration corticale du membre le plus affecté.
- Elle repose sur l'implication et la concentration du patient, qui peut présenter des troubles cognitifs.

- Elle reste un complément à la rééducation traditionnelle
- Elle est répétitive donc peut s'avérer fastidieuse.
- Elle a l'avantage d'être accessible et peu onéreuse.
- Elle offre la possibilité d'être réalisée à domicile après un apprentissage avec le thérapeute.
- Elle doit être maniée avec précaution dans le cas de patients fragiles (par exemple chez les amputés[59]) car elle peut provoquer des réactions négatives, développer des confusions, voire créer une dépendance à cette illusion.

## 1.6 Intérêt de la revue et objectifs

La thérapie miroir est une forme de rééducation proche de l'imagerie motrice à laquelle on ajoute une part visuelle. En effet, en combinant deux formes de représentations : l'imagerie motrice et l'observation du mouvement (qui met en jeu le système des neurones miroirs), elle offre un support intéressant dans le traitement de la douleur (patients amputés) et la rééducation motrice.

La thérapie miroir est une technique prometteuse qui n'a pas encore été complètement explorée. Elle pourrait apporter un complément à la rééducation conventionnelle pour les paralysés cérébraux hémiplésiques. Cependant des zones d'ombres subsistent.

La dernière revue de littérature publiée concernant la thérapie miroir pour les enfants hémiplésiques (mémoires d'étudiants exceptés) date de 2016 et ne s'est basée sur aucun ECR. [60]

Depuis cette date, plusieurs ECR ont été publiés. Il nous a donc paru pertinent de dresser un état des lieux sur cette technique encore mise en doute en interrogeant et confrontant les différents résultats obtenus.

Il faut savoir que tout dernièrement, la HAS a publié ses premières recommandations de Bonnes Pratiques où elle indique que la TM peut être proposée aux enfants et adolescents atteints de paralysie cérébrale mais seulement en association avec une thérapie conventionnelle. Elle n'est donc pas considérée comme « prioritaire » mais elle peut apporter une solution complémentaire.

Cependant, dans l'état actuel des connaissances, on ignore encore quelles sont les caractéristiques d'intervention idéales.

Nous examinerons donc dans un premier temps si cette thérapie tient ses promesses par rapport à l'exécution d'exercices sans miroir, et ce en termes d'amélioration fonctionnelle du membre supérieur (dextérité, motricité globale, fonction de la main, force de préhension, utilisation dans les AVQ, etc.)

Dans un second temps nous tenterons d'isoler les protocoles d'études qui semblent les plus adaptés. Nous nous questionnerons alors sur le nombre de séances, leur durée, les exercices et leur répétition, etc.

L'intitulé de la revue peut être décrit selon le modèle PICO suivant :

P : (population) : enfants atteints de paralysie cérébrale unilatérale

I : (intervention) : thérapie miroir

C : (comparateur) : exercices sans miroir

O : (objectif, critère de jugement) : fonction motrice du membre supérieur

## 2 Méthode

### 2.1 Critères d'éligibilité des études pour cette revue

En tant que revue de littérature, ce mémoire veut apporter une réponse à une question clinique claire. Pour cela on procède à des recherches systématiques en suivant une méthodologie précise et reproductible. »

La question clinique est : **La thérapie miroir permet-elle l'amélioration de la fonction motrice du membre supérieur chez les enfants atteints de paralysie cérébrale ?**

Nous cherchons à évaluer l'efficacité d'un traitement, cette question est de type thérapeutique.

#### 2.1.1 Schéma d'étude

Le schéma d'étude le plus adapté pour répondre à ce type de question est l'essai clinique randomisé (ECR). Ainsi, pour cette revue de littérature, nous incluons des études qui ont bien suivi un protocole d'ECR.

Question	Protocole
THÉRAPEUTIQUE Efficacité	Étude contrôlée randomisée
THÉRAPEUTIQUE Sécurité	Étude contrôlée randomisée ou suivi de cohorte
DIAGNOSTIC Reproductibilité/Variabilité	Transversal comparatif avec répétition de mesure
DIAGNOSTIC Sensibilité/Spécificité	Transversal comparatif avec étalon-or
DIAGNOSTIC Efficacité/Utilité	Étude contrôlée randomisée
DIAGNOSTIC Stratégie	Étude contrôlée randomisée ou arbre décisionnel
CAUSALITÉ Phénomène contrôlable fréquent	Étude contrôlée randomisée
CAUSALITÉ Phénomène non contrôlable fréquent	Suivi de cohorte (exposés/non exposés)
CAUSALITÉ Phénomène rare	Étude cas-témoin
PRONOSTIC Maladie fréquente	Étude contrôlée randomisée ou suivi de cohorte
PRONOSTIC Maladie rare	Étude cas-témoin

Figure 9 : Type de protocole d'études préférentiellement proposé par type de question [61]

Un ECR correspond à une étude clinique expérimentale comparant deux groupes identiques : un groupe dit « d'intervention » testant le traitement évalué et un groupe dit « de contrôle » ; ce dernier recevra soit un traitement placebo, soit un traitement de référence «Gold Standard», soit un autre traitement ou pas de traitement.

L'intérêt d'avoir un groupe non traité dans l'étude est de pouvoir différencier l'effet spécifique du traitement de l'évolution naturelle de la pathologie.

L'attribution des traitements aux participants doit être réalisée de façon aléatoire entre les groupes, d'où le terme « randomisé ».

L'ECR est considéré comme le plus haut niveau de preuve par la communauté scientifique.

Il existe 2 types d'ECR : les essais en groupes parallèles et les essais en cross-over.

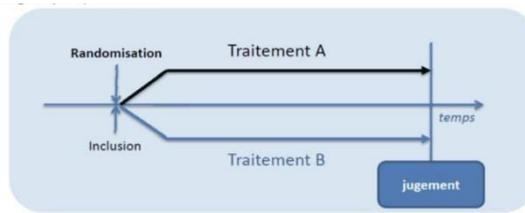


Figure 10 : Essais cliniques en groupes parallèles <sup>13</sup>

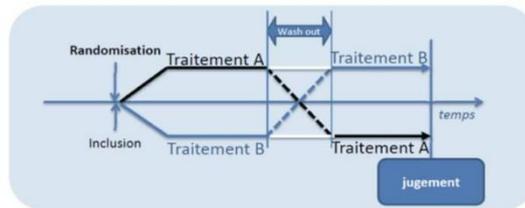


Figure 11 : Essai clinique en cross-over <sup>13</sup>

### 2.1.2 Population

Nous nous intéresserons dans cette revue aux enfants de 0 à 18 ans, de sexe féminin ou masculin, présentant une paralysie cérébrale unilatérale. Cette dernière donne lieu à une hémiplégie ou une hémiparésie entraînant notamment la sous-utilisation d'un des deux membres supérieurs de l'enfant.

### 2.1.3 Intervention

Le traitement qui sera étudié est celui de la Thérapie miroir ou « Mirror Visual Feedback » (MVF) sur les membres supérieurs, avec le membre sain se reflétant sur le miroir.

### 2.1.4 Comparateur

Au sein de cette revue, nous avons choisi de sélectionner les essais contrôlés randomisés qui comparaient la thérapie miroir à la thérapie conventionnelle ou aux mêmes exercices sans l'utilisation du miroir.

La comparaison avec des traitements trop différents sera exclue, tel que la CIMT par exemple.

### 2.1.5 Critères de jugement

L'objectif principal de cette étude est d'étudier s'il y a une amélioration des capacités motrices et fonctionnelles du membre supérieur.

Le premier critère de jugement sera la fonction motrice des membres supérieurs au sens large (motricité globale, dextérité, préhension, etc)

Afin d'évaluer ce critère de jugement principal, plusieurs outils de mesure pourront être utilisés. De nombreux tests ont été développés pour évaluer la fonction des membres supérieurs chez les enfants paralysés cérébraux [62]: « *Green and Banks Scale* », « *House functional classification* », « *Melbourne Assessment of unilateral Upper Limb Function* » (MUUL) et son évolution la « *Melbourne Assessment 2* » (MA-2), « *Quality of Upper Extremity Skills Test* » (QUEST), « *Abilhand-Kids Scale* », « *Assisting Hand Assessment* » (AHA).

<sup>13</sup> Site internet [pharmacomedicale.org](http://pharmacomedicale.org), section aspect méthodologique des essais cliniques, consulté en novembre 2021

Les échelles utilisées dans les études seront décrites dans la partie 3.« Résultats ».

Un deuxième critère sera également mesuré : la force musculaire du membre supérieur parétique. Celle-ci est généralement évaluée à l'aide d'un dynamomètre [63].

### 2.1.6 Exclusion

Les études seront exclues :

- Si leur schéma d'étude n'est pas un ECR.
- Si l'étude est disponible dans une autre langue que le français, l'anglais et l'espagnol.
- Si leur PICO ne correspond pas à celui de cette revue de littérature.

Nous n'avons pas souhaité imposer de date minimale de publication des études afin de disposer de plus de résultats.

## 2.2 Méthodologie de recherche des études

Pour aboutir à cette revue de littérature, plusieurs bases de données électroniques seront utilisées : PubMed, PEDro, Cochrane Library et le moteur de recherche scientifique Semantic Scholar. Cela permettra de trouver le maximum d'études cliniques pertinentes aboutissant à une synthèse des connaissances actuelles sur le sujet.

Dans le but d'élargir la recherche, les bibliographies des différentes études incluses seront également examinées. Cela peut ainsi permettre de trouver une ou plusieurs études pertinentes ayant échappé à l'équation de recherche. Seront également consultés des précédents mémoires de recherche, des résumés de conférence et des projets de thèse.

De plus, afin d'approfondir des notions qui manquaient de précision dans les essais cliniques ou pour rédiger cette introduction, nous avons eu recours à d'autres recherches dites manuelles, à partir d'articles, de livres, de webinars, et de vidéos.

Afin de rédiger une question clinique pertinente, les critères inclus dans le modèle PICO sont les suivants :

*Tableau 1 : Critères selon le modèle PICO*

<b>Population</b>	Enfants de 0 à 18 ans présentant une paralysie cérébrale unilatérale
<b>Intervention</b>	Thérapie miroir
<b>Comparateur</b>	(Exercices sans miroir)
<b>Outcome</b>	Aspect moteur et fonctionnel du membre supérieur

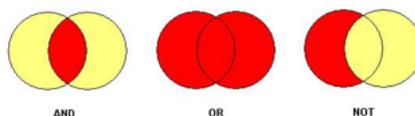
Une équation de recherche à partir de ce modèle a donc été créée pour utiliser ces bases de données :

- Tout d'abord les mots-clés ont été extraits.
- Le répertoire linguistique de référence du domaine biomédical, le « MeSH » a permis de trouver les synonymes de ces mots-clés pour élargir les résultats de recherche et optimiser l'équation pour chaque base de données. En effet, le MeSH est une liste normalisée de termes permettant l'analyse documentaire dans le domaine biomédical.

Tableau 2 : Mots-clés utilisés dans l'équation de recherche PICO

En Français	En anglais
La thérapie miroir	Mirror Therapy, MT, Mirror Visual Feedback, MVF
Enfants, nourrissons, bébés, jeunes, adolescents	Children, infants, babies, young, adolescents
Paralysie cérébrale, paralysie cérébrale congénitale	Cerebral palsy, CP, infantile cerebral palsy
Hémiplégie, hémiparésie, unilatéral	Hemiplegia, hemiparesis, unilateral

- L'utilisation des opérateurs booléens (AND, OR, NOT) a finalisé la création de l'équation de recherche par la combinaison pertinente des mots-clés à ces opérateurs. Pour cela, l'opérateur « OR » permet de regrouper tous les synonymes d'un mot-clé entre eux, l'opérateur « AND » impose leur présence simultanée et l'opérateur « NOT » exclue certains mots-clés.



	Mot clef	Synonyme 1	Synonyme 2
<b>P</b> AND		OR	OR
<b>I</b>			
<b>C</b>			
<b>O</b>			

Lors d'une recherche, nous cherchons à éviter le bruit (un excédent de réponses non pertinentes) et limiter le silence (à l'opposé, un manque voire l'absence de réponses) pour obtenir un équilibre entre les deux.

Nous avons donc fait le choix d'utiliser des équations de recherche qui ne soient pas trop « réductrices », et d'effectuer un plus gros tri manuel ensuite, pour être sûrs de ne pas rater d'études pertinentes.

Les équations de recherche seront alors :

**Pubmed :**

((mirror therapy) OR (MT) OR (mirror visual feedback) OR (MVF)) AND ((hemiplegia) OR (hemiparesis) OR (cerebral palsy unilateral) OR (PCU)) AND ((children) OR (infant) OR (babies) OR (young) OR (adolescent))

## PEDro :

Abstract & Title:

Therapy:

Problem:

Body Part:

Subdiscipline:

Topic:

Method:

Author/Association:

Title Only:

Source:

Published Since:  [YYYY]

New records added since:  [DD/MM/YYYY]

Score of at least:  [/10]

Return:  records at a time

When Searching:  Match all search terms (AND)  
 Match any search term (OR)

Figure 12 : Méthode de recherche sur PEDro

## Cochrane :

Title Abstract Keyword

AND

AND

Figure 13 : Méthode de recherche sur The Cochrane Library

Sur la base de données **Semantic Scholar** les mots-clés utilisés sont :

(mirror therapy) ET (children) ET (hemi)

Ces mots-clés n'étant pas suffisamment sélectifs, le filtre "fields of study : medecine » sera appliqué, ainsi qu'une restriction de date sur les dix dernières années « 2012-2022 ».

## 2.3 Méthode d'extraction et d'analyse des données

### 2.3.1 Sélection des études

La sélection des études est une étape fondamentale mais fastidieuse, effectuée par une seule personne. La sélection s'est déroulée de septembre 2021 à janvier 2022 exclusivement selon les critères exposés précédemment aux *paragraphes 2.1 et 2.2*.

À partir des résultats obtenus grâce à l'équation de recherche dans les bases de données citées précédemment, le processus de sélection des études est effectué :

- en premier lieu, en procédant par l'élimination des doublons entre les différentes bases de données
- puis par l'exclusion des articles qui, en fonction de leur titre et leur résumé (ou « abstract »), ne correspondent pas aux critères d'éligibilité
- par la lecture intégrale des études restantes à cette étape, permettant de décider de leur inclusion ou exclusion. En cas d'exclusion, une justification est alors nécessaire (schéma d'étude, PICO, etc.)
- et enfin, par l'analyse des études sélectionnées.

### 2.3.2 Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

Il est en effet très important d'analyser la qualité méthodologique des études en utilisant la grille d'analyse PEDro adaptée aux essais contrôlés randomisés.<sup>14</sup> (*Annexe 3*)

Cette échelle PEDro a pour but de déterminer les principaux biais présents dans l'étude et d'aboutir à un score de qualité méthodologique. Un biais est une cause d'erreur lors d'une analyse statistique liée à la méthodologie d'une étude. Il peut conduire à une sous-estimation ou une surestimation des paramètres et donc du réel effet d'une intervention.

Cette grille de lecture comprend 11 items qui vérifient si des paramètres-clés sont respectés lors de l'étude. Ces items seront décrits dans la partie 3. « *Résultats* ».

Le score est donné sur 10 (vu que l'item n°1 n'est pas comptabilisé). Le point est attribué uniquement si le critère est clairement respecté ; en cas d'absence explicite, il n'est pas attribué.

En résumé, moins les études comportent des biais, plus elles sont fiables. Pour les éviter, il faut que les études soient transparentes (protocole, critère éligibilité, le traitement, le suivi des patients, assignation entre groupes).

Cependant, rappelons qu'une bonne validité d'étude interne conduisant à un score PEDro élevé, ne signifie pas que le traitement soit efficace. A l'inverse, un score faible, soit une validité interne faible, indique la présence de biais dans une étude, entraînant une potentielle variation des résultats et une distorsion de la réalité, mais ne discrédite pas l'intervention.

Ainsi, aucune étude n'a été exclue en se basant sur ce score, car il considère tous les biais au même niveau. L'analyse de leur qualité n'a été effectuée qu'après sélection des articles.

---

<sup>14</sup> Site [pedro.org.au](http://pedro.org.au), section pedro-scale, consulté en novembre 2021

### 2.3.3 Extraction des données

L'extraction des données, effectuée par une seule personne, a pour but de répertorier les informations nécessaires pour la revue, en suivant un tableau-type incluant :

Tableau 3 : Tableau type des données extraites pour chaque étude

<b>Nom de l'auteur principal + année de publication</b>	
<b>Nom de l'article</b>	
<b>Durée de l'étude</b>	X mois / années
<b>Design de l'étude</b>	ECR
<b>Population</b>	Nombre de participants Forme clinique de la paralysie cérébrale Côté héli droit/gauche Âge des participants Ratio filles/garçons Critères d'inclusion des participants Critères d'exclusion des participants
<b>Intervention</b>	Description du protocole Durée de la séance Nombre de séances par semaine Durée du protocole
<b>Comparateur</b>	Caractéristiques du groupe comparateur de contrôle : autre traitement, placebo ou absence de traitement
<b>Critères de jugement et outils de mesure</b>	Liste et description des critères et outils correspondants

### 2.3.4 Méthode de synthèse des résultats

Nous avons pour but de rester les plus objectifs possible lors de la synthèse des résultats. Nous chercherons à éviter le spin, c'est-à-dire la tendance, dans la formulation des conclusions, à surestimer la réelle efficacité de l'intervention.

Chaque étude sera présentée sous la forme de tableau pour une meilleure visibilité de chacune d'entre elles et une lecture plus synthétique.

Nous effectuerons ensuite une synthèse qualitative, en présentant les résultats sous forme narrative. En effet, il n'est pas possible de réaliser une analyse quantitative de type méta-analyse en raison de l'hétérogénéité des nos études.

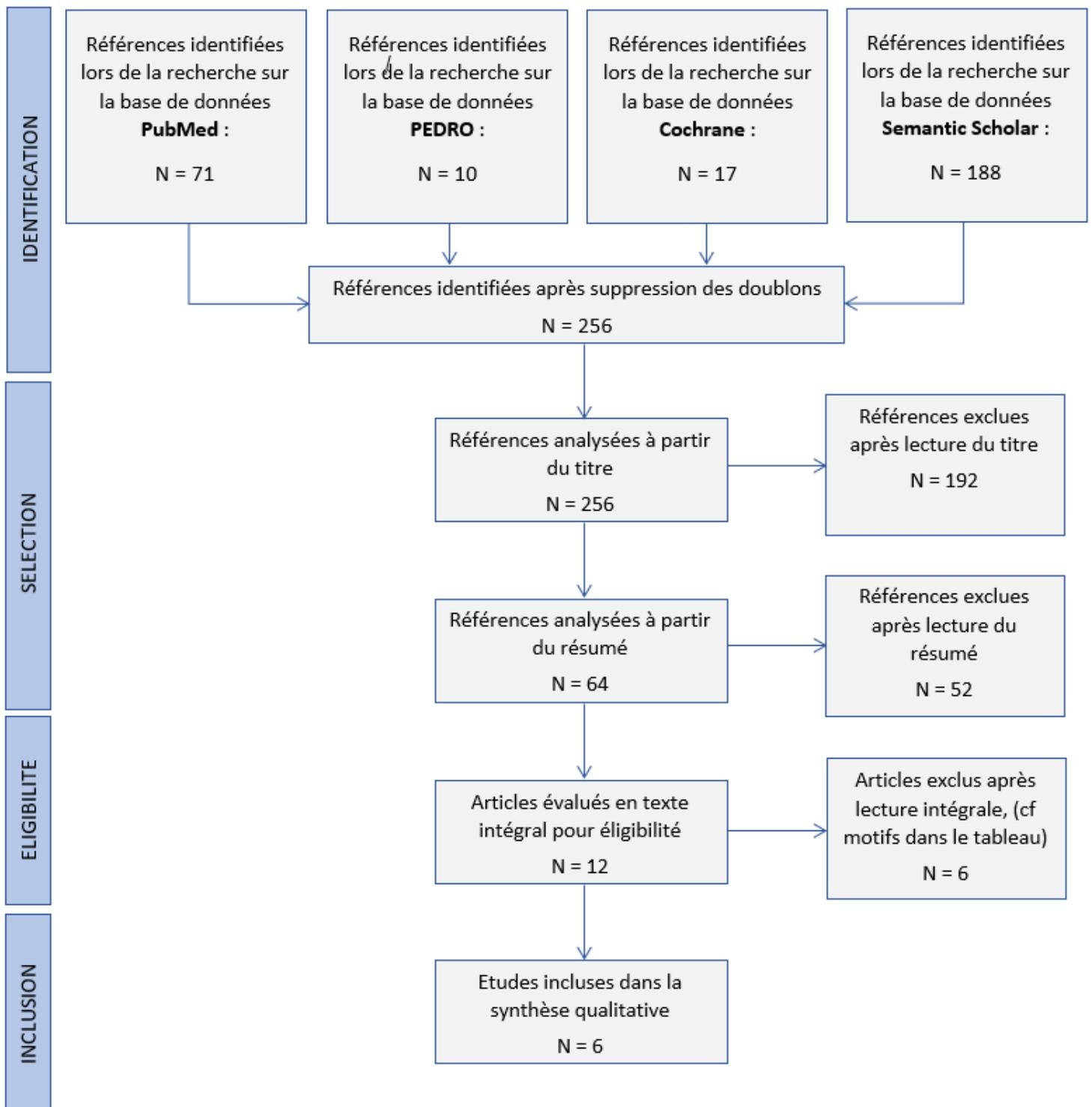
Nous calculerons à l'aide d'un tableur, lorsque cela sera possible « la taille d'effet » et l'intervalle de confiance à 95% de celle-ci. Nous utiliserons également la valeur « p » qui permet d'affirmer si le résultat est statistiquement significatif. *Ces notions sont décrites dans la partie résultats.*

### 3 Résultats

#### 3.1 Description des études

##### 3.1.1 Diagramme de flux

Dans cette partie est représenté le processus de sélection des articles qui constitueront le corpus d'études incluses dans cette revue. Ci-dessous, un diagramme de flux explique le cheminement de sélection, ainsi qu'à chaque étape le nombre d'études sélectionnées. [64]



### 3.1.2 Etudes exclues

La sélection des études a été opérée en fonction des critères d'inclusion et d'exclusion cités dans la partie 2. « Méthode ». Comme indiqué dans le diagramme de flux, parmi les 12 dernières publications retenues, 6 ont été exclues car leur lecture intégrale était inaccessible ou inadéquate. Elles apparaissent dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4 : Tableau récapitulatif des études exclues après lecture intégrale, avec raisons

Articles	Raisons de l'exclusion des articles après lecture intégrale
<i>Elanchezhian et al. 2019</i> [65]	Texte intégral non accessible
<i>Gaillard et al. 2018</i> [66]	Texte intégral non accessible
<i>Gygax et al. 2011</i> [67]	Type d'étude : étude croisée
<i>Mohamed et al. 2021</i> [68]	Comparateur : comparaison avec techniques trop différentes (CIMT et Tape)
<i>Nour et al. 2016</i> [69]	Critère de jugement : force de préhension uniquement
<i>Palomo-Carrion et al. 2021</i> [70]	Comparateur : comparaison avec thérapie d'observation d'action

### 3.1.3 Etudes incluses

A la fin du processus, 6 articles ont donc été retenus. Ces articles sont 6 essais contrôlés randomisés, publiés entre 2016 et 2019.

Comme décrit dans la partie 2.3.3 « Extraction des données », les caractéristiques principales de chacune de ces études ont été répertoriées dans des tableaux individuels figurant en *Annexe 4*. De plus un tableau récapitulatif de l'ensemble de ces données est disponible à la page ci-après.

Tableau 5 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des études incluses

Etudes	Design de l'étude	Participants	Intervention	Contrôle	Critère de jugement	Mesure des résultats
Bruchez et al. 2016 [71]	ECR	N= 90 (2 groupes de 45) Enfants de 7 à 17 ans (moy. 10,65) 40F/50G Atteints d'hémiplégie spastique affectant le membre supérieur (77 PC + 11 AVC après 2 ans + 2 TC après 2 ans) 52HD/38HG	7 exercices bimanuels En <b>thérapie miroir</b> 3 séries de 10 répétitions  15 min/séance 5 fois/semaine 5 semaines	7 mêmes exercices mais sans miroir  15 min/séance 5 fois/semaine 5 semaines	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Force de préhension</li> <li>- Force de pincement</li> <li>- Fonction membre supérieur parétique (<b>MA2</b>)</li> <li>- Performance quotidienne (<b>ABILHAND-Kids</b>)</li> <li>- Fonction sensorielle (sensibilité, proprioception)</li> </ul>	T0 : J0 T1 : 5 sem. T2 : 10 sem.
			+ PEC habituelle			
Elsepae et al. 2016 [72]	ECR	N = 40 (2 groupes de 20) Enfants de 5 à 7 ans (moy. 5,7) 15F/25G Atteints de PC hémiplégique 9HD/31HG	3 exercices unimanuels En <b>thérapie miroir</b>  30 min/séance 7 fois/semaine 28 jours		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motricité fine (<b>PDMS-2</b>) <ul style="list-style-type: none"> <li>o Préhension</li> <li>o Manipulation d'objet</li> </ul> </li> <li>- Force de préhension</li> </ul>	T0 : J0 T1 : 4 sem.
			Programme quotidien de kinésithérapie pour améliorer les fonctions motrices globales et la motricité fine du membre supérieur hémi 1h/séance 7j/7 4 semaines			
Emara et al. 2017 [73]	ECR	N = 32 (2 groupes de 16) Enfants de 5 à 7 ans (moy. 5,92) 14F/18G Atteints de PC hémiplégique spastique 17HD/15HG	16 exercices bimanuels En <b>thérapie miroir</b>  30 min /séance 3 fois/semaine 12 semaines		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fonction de la main (<b>QUEST</b>)</li> <li>- Proprioception du poignet (<b>ARAP</b>)</li> </ul>	T0 : J0 T1 : 12 sem.
			Programme de kinésithérapie (exercices de neuro-développement, d'étirements, de facilitations, de stimulation électrique). 30 min/séance 3 fois/semaine 12 semaines			

<b>Farzamfar et al.</b> 2017 [74]	ECR	N = 14 (2 groupes de 7) Enfants de 6 à 12 ans (moy. /) Ratio F/G : / Atteints de PC hémiparalysique spastique Ratio HD/HG : /	10 exercices unimanuels En <b>thérapie miroir</b>  30 minutes par séances 16 séances	10 mêmes exercices mais sans miroir  30 minutes par séances 16 séances	- Motricité globale de la main ( <b>BBT</b> )	T0 : J0 T1 : après 16 séances
<b>Kara et al.</b> 2019 [75]	ECR	N = 30 (2 groupes de 15) Enfants de 7 à 16 ans (moy. 12,05) 16F/14G Atteints de PC unilatérale spastique 16HD/14HG	4 exercices bimanuels En <b>thérapie miroir</b> 3 séries de 6 répétitions (30 min)  + 4 exercices de puissance et de force (30 min)  1h /séance 3 fois/semaine 12 semaines	4 mêmes exercices mais sans miroir (30 min)  + Programme d'ergo : exercices inspirés de COPM (sans puissance, sans force) (30 min)  1h/séance 3 fois/semaine 12 semaines	- Fonction de la main ( <b>QUEST</b> ) - Performance dans les activités ( <b>COPM</b> ) - Force des MS ( <b>Dynamomètre</b> )	T0 : J0 T1 : 12 sem.
<b>Narimani et al.</b> 2019 [76]	ECR	N = 30 (2 groupes de 15) Enfants de 9 à 14 ans (moy. 11,07) 13F/17G Atteints de PC hémiparalysique 17HD/13HG	Exercices bimanuels En <b>thérapie miroir</b> 10 répétitions, 20 s de repos  30 min/séance 3 fois/semaine 6 semaines		- Dextérité ( <b>BBT</b> ) - Force de préhension ( <b>Dynamomètre</b> )	T0 : J0 T1 : 6 sem.
			Programme d'ergo (Bobath + fonctionnels)			

**ABREVIATIONS :** N : nombre ; F : Filles ; G : Garçons ; moy. : moyenne ; PC : paralysie cérébrale ; AVC : accident vasculaire cérébral ; TC : traumatisme crânien ; HD : hémiparalysie droite ; HG : hémiparalysie gauche ; PEC : prise en charge ; MA2 : Melbourne Assessment 2 ; PDMS-2 : Peabody Developmental Motor Scales 2 ; QUEST : Quality of Upper Extremity Skills Test ; BBT : Box and Blocks Test ; COPM : Canadian Occupational Performance ; min : minutes ; ergo : ergothérapie ; sem : semaine ; J0 : jour zéro.

### 3.1.3.1 Population

Au total, 236 patients ont participé à ces études ; leurs consentements auprès de leurs parents ou d'eux-mêmes ont été recueilli. L'étude de *Bruchez et al.* [71] porte sur le plus grand nombre de participants avec 90 enfants.

Les participants ont un âge compris entre 5 et 17 ans.

Concernant le **ratio total filles-garçons**, il n'est pas calculable sur l'ensemble des 6 études car *Farzamfar et al.* [74] (14 patients) ne le précisent pas. Avec les données accessibles (222/236 patients) il est de 98 filles pour 124 garçons, donc 55,9% de garçons.

Concernant le **diagnostic de la population**, une seule étude inclut des participants présentant un diagnostic autre que la paralysie cérébrale. En effet dans *Bruchez et al.* [71] la population éligible doit présenter une hémiparésie spastique quelle qu'en soit la cause : 14% de la population de l'étude n'est pas atteinte de PC.

Dans les autres études, la population ne comprend que des enfants paralysés cérébraux unilatéraux ; cependant certains utilisent le terme « d'hémiplégie » (*Farzamfar et al.* [74] ; *Narimani et al.*[76]) et d'autres le terme « d'hémiparésie » (*Elsepae et al.*[72], *Emara et al.*[73], *Kara et al.*[75]).

La forme spastique est notifiée dans le diagnostic de toutes les études sauf dans *Elsepae et al.*[72] et *Narimani et al.*[76].

Comme pour le genre, il n'est pas possible de calculer le **ratio total membre parétique du côté droit par rapport au côté gauche** à cause du manque d'informations de *Farzamfar et al.* [74]. Avec les données accessibles, il est de 111/111 donc 50% de chaque.

Concernant les **caractéristiques motrices**, 3 études reportent le niveau de MACS avec des valeurs entre I et III (*Bruchez et al.*[71], *Kara et al.*[75], *Narimani et al.*[76]) et l'une reporte le niveau du GMFCS entre les niveaux I à II. D'autre part 2 études reposent uniquement sur les scores initiaux des issues cliniques (*Emara et al.*[73] (QUEST), *Farzamfar et al.* [74](BBT)).

Par ailleurs 3 études notifient le degré de spasticité sur l'échelle d'Ashworth modifiée.

Concernant le calcul de la taille d'échantillon nécessaire afin d'obtenir une puissance à 80% et un risque alpha de 0,05 pour l'issue clinique, il a été notifié par *Bruchez et al.*[71] et *Kara et al.*[75] uniquement.

Les critères d'inclusion des participants ont été :

- Des capacités pour comprendre et suivre les instructions verbales lors de l'intervention et lors de l'évaluation dans toutes les études ; certains l'appuient en demandant une absence de troubles cognitifs ou de retard mental (*Bruchez et al.*[71] , *Narimani et al.*[76])
- Des capacités de concentration et d'attention (*Narimani et al.*[76])
- L'absence de problèmes visuels (*Bruchez et al.*[71], *Elsepae et al.*[72], *Farzamfar et al.*[74], *Narimani et al.*[76])
- L'absence de problèmes auditifs (*Emara et al.* [73])
- L'absence de chirurgie du membre supérieur (*Farzamfar et al.*[74], *Narimani et al.*[76]), certains précisant dans les 4 derniers mois (*Bruchez et al.*[71]) ou les 6 derniers mois comme *Kara et al.*[75].
- L'absence d'injection de toxine botulique dans les 4 derniers mois (*Bruchez et al.*[71]) ou les 6 derniers mois (*Kara et al.*[75])
- L'absence d'exercices moteurs utilisant un miroir dans les 4 derniers mois précédant l'inclusion dans le protocole (*Bruchez et al.* [71])

- Une spasticité inférieure à 1+ ou inférieure à 2 selon l'échelle Ashworth modifiée (*Elsepae et al. [72]*, *Emara et al. [73]*, *Narimani et al.[76]*)
- La capacité d'utiliser le membre supérieur déficient (*Elsepae et al.[72]*) / contrôle volontaire
- L'absence de déformations fixées des deux membres supérieurs (*Elsepae et al.[72]*, *Emara et al.[73]*, *Narimani et al.[76]*)
- L'absence de douleur excessive dans l'extrémité parétique (*Elsepae et al.[72]*, *Farzamfar et al.[74]*)
- Un contrôle de l'axe permettant de s'asseoir sans surveillance (*Farzamfar et al.[74]*)
- L'absence de maladies interférents avec activités comme : l'épilepsie, problèmes cardiaques, problèmes respiratoires (*Farzamfar et al.[74]*, et *Kara et al.[75]*)
- Un niveau I à III dans la Classification MACS (*Kara et al.[75]*, *Narimani et al.[76]*)
- L'absence de refus des enfants ou des parents (*Kara et al. 2019*, *Narimani et al.[76]*)
- L'absence de trouble de négligence unilatérale (*Narimani et al.[76]*)

### 3.1.3.2 Intervention

L'intervention proposée est la rééducation grâce à la thérapie miroir. Même si toutes les interventions se font à l'aide d'un miroir, les modalités de travail sont différentes selon les études :

- Les exercices en thérapie miroir sont bimanuels, c'est-à-dire qu'il est demandé aux enfants de faire les exercices si possible avec le membre supérieur parétique également, dans 4 études : *Bruchez et al.[71]*, *Emara et al.[73]*, *Kara et al.[75]*, *Narimani et al.[76]*, versus des exercices unimanuels uniquement avec le membre supérieur non parétique dans les 2 autres études : *Elsepae et al.[72]* et *Farzamfar et al.[74]*.
- Le nombre d'exercices en thérapie miroir varie de 3 exercices pour *Elsepae et al.[72]* à 16 exercices pour *Emara et al.[73]* en passant par 4 pour *Kara et al.[75]*, 7 pour *Bruchez et al.[71]*, et 10 pour *Farzamfar et al.[74]*. Quant à *Narimani et al.[76]*, le nombre exact d'exercices n'est pas clairement notifié.
- Les exercices en tant que tels sont également différents : ils comprennent des mouvements fonctionnels (attraper une balle) et des mouvements analytiques (comme flexion/extension du poignet, pronosupination) pour toutes les études sauf pour *Elsepae et al.[72]* où les exercices sont uniquement fonctionnels.
- En complément, un programme de renforcement en force et en puissance (*Kara et al.[75]*)
- En complément, un programme de rééducation centré sur le membre supérieur (*Elsepae et al.[72]*, *Narimani et al.[76]*) ou plus global (*Elsepae et al.[72]*) à global (*Emara et al.[73]*).

Il existe également une diversité dans la **durée d'intervention** car elle est de 12 semaines pour *Emara et al.[73]* et *Kara et al.[75]*, mais passe respectivement à 4, 5, et 6 semaines pour *Elsepae et al.[72]*, *Bruchez et al.[71]* et *Narimani et al.[76]*. Quant à l'étude de *Farzamfar et al.[74]* la durée n'est pas spécifiée, il est seulement indiqué un nombre de séances soit 16 séances.

De même la **fréquence d'intervention**, c'est-à-dire le nombre de répétitions par semaine est identique pour *Emara et al. [73]*, *Kara et al.[75]*, et *Narimani et al.[76]*, soit 3 fois par semaine. Pour *Bruchez et al.[71]* c'est 5 fois par semaine, et c'est encore plus fréquent pour *Elsepae et al.[72]* où les séances sont quotidiennes. Quant à l'étude *Farzamfar et al.[74]* comme pour la durée de l'intervention, la fréquence n'est pas précisée.

Le **temps de de la séance** de thérapie miroir va de 15 minutes pour *Bruchez et al.[71]* à 30 min *Elsepae et al.[72]*, *Emara et al.[73]*, *Farzamfar et al.[74]*, *Kara et al.[75]*, *Narimani et al.[76]*.

Cependant à la thérapie miroir s'ajoute un programme de 30 min pour *Emara et al. 2017* et un programme d'1 h pour *Elsepaee et al.[72]* et *Kara et al.[75]*. Par ailleurs le temps de prise en charge habituelle n'est pas notifié pour *Bruchez et al.[71]* ni *Narimani et al.[76]*.

### 3.1.3.3 Comparateur

Pour les 6 études, l'intervention est mise en comparaison avec des exercices similaires au groupe intervention, et non pas avec une autre méthode de rééducation.

- Pour certaines comme *Bruchez et al.[71]*, *Farzamfar et al.[74]*, *Kara et al.[75]* : il s'agit exactement des mêmes exercices que ceux de la thérapie miroir du groupe intervention mais sans le miroir.
- Pour les autres, il s'agit du même programme de rééducation habituel défini, que dans le groupe intervention : *Elsepaee et al.[72]*, *Emara et al.[73]*, *Narimani et al.[76]*.
- Cependant pour *Kara et al. 2019* il s'ajoute aux exercices sans miroir un programme de rééducation avec des exercices inspirés du COPM qui sont différents de ceux du groupe intervention, en effet ces exercices sont sans puissance, sans force.

La durée, le temps et la fréquence d'exercices rééducatifs sont équivalents à ceux de l'intervention, pour chaque étude, chez *Bruchez et al.[71]*, *Farzamfar et al.[74]* et *Kara et al.[75]*. Ceci est en accord avec le fait que ces études font exactement les mêmes exercices mais sans miroir.

A contrario, *Elsepaee et al.[72]*, *Emara et al.[73]* et *Narimani et al.[76]* ont tous des séances qui durent 30 min de moins que le groupe intervention.

### 3.1.3.4 Critère de jugement

Le principal critère de jugement de cette revue de littérature est la fonction motrice du membre supérieur.

La fonction motrice doit être évaluée avec des échelles fonctionnelles validées. Or les études incluses utilisent de nombreuses échelles différentes :

- **Quality of Upper Extremity Skills Test (QUEST)**, dans 2 articles *Emara et al.[73]* et *Kara et al.[75]*. Il s'agit d'un test conçu, comme son nom l'indique, pour évaluer la qualité de fonction des membres supérieurs dans quatre domaines : la dissociation de mouvement, la préhension, la mise en charge, les réactions de protection. Il est composé de 36 items et doit être utilisé par des thérapeutes formés. Ce test a été validé par des études réalisées auprès d'enfants de 18 mois à 8 ans atteints de paralysie cérébrale.[77]
- **Box and Block Test (BBT)**, utilisé dans 2 articles également *Farzamfar et al.[74]* et *Narimani et al.[76]* Ce test évalue la dextérité manuelle grossière unilatérale. Il est noté en comptant le nombre de blocs transportés d'un compartiment à l'autre par-dessus une cloison pendant une période de 60 secondes. Plus le score est élevé, meilleure est la dextérité. Bien que ce test ne soit pas spécifique à la paralysie cérébrale, il est validé pour les enfants atteints de PCU.[78]
- **Melbourne Assessment 2 (MA2)**, utilisé dans *Bruchez et al.[71]* Il s'agit d'un test composé de 14 items permettant d'évaluer quatre éléments de la qualité du mouvement des membres supérieurs (1. La précision de l'atteinte, 2. la dextérité de la prise, du relâchement et de la manipulation, 3. l'amplitude des mouvements, 4. la fluidité des mouvements) chez les enfants âgés de 2,5 ans à 15 ans présentant une déficience neurologique (comme la PC).[79]

- **Peadbody developmental motor scale (PDMS-2)**, utilisé dans *Elsepaee et al.*[72]. Cette échelle mesure les capacités motrices fine et globale des enfants de la naissance à 5 ans, et se compose de 6 sous-tests : réflexes, équilibre, locomotion, manipulation d'objets, préhension, intégration visuo-motrice. Elle a été validée chez les enfants de 2 à 5 ans atteints de paralysie cérébrale.[80]
- **ABILHAND-Kids**, utilisée dans *Bruchez et al.*[71]. Ce questionnaire mesure l'habileté manuelle dans les activités les plus représentatives de la vie quotidienne qui nécessitent l'utilisation des membres supérieurs. Elle a été validée chez des enfants de 6 à 15 ans atteints de paralysie cérébrale.[81]
- **Canadian Occupational Performance Measure (COPM)**, utilisé dans *Kara et al.*[75]. Cette mesure évalue les performances et la satisfaction en matière de soins personnels, de productivité et de loisirs du point de vue du patient [82]. Elle est utilisée par des personnes de tout âge, et n'est donc pas spécifique aux enfants ni à la paralysie cérébrale.

*Les échelles accessibles gratuitement sont présentes en Annexes 5 et 6 (QUEST, ABILHAND-kids)*

Le critère de jugement secondaire est la force musculaire du membre supérieur. Elle est étudiée dans 4 des 6 articles inclus dans la revue.

Les outils utilisés dans ce but sont plusieurs dynamomètres : dynamomètre pneumatique 30 psi, jauge de pincement de 30 lb, dynamomètre manuel de la marque Jamar, ou encore un dynamomètre manuel où la marque n'est pas précisée. Le dynamomètre de Jamar est l'outil recommandé pour mesurer la force de préhension chez les enfants paralysés cérébraux. [83]

## 3.2 [Risque de biais des études incluses](#)

### 3.2.1 [Grille d'analyse utilisée](#)

L'échelle PEDro (Physiotherapy Evidence Database) a été utilisée afin d'évaluer la qualité méthodologique des essais contrôlés randomisés inclus. Cette évaluation permet de mettre en évidence la présence éventuelle de biais pouvant impacter les résultats des études et informe sur le degré de qualité de ces études thérapeutiques.

L'échelle a déjà été décrite précédemment dans la sous-partie « 2.3.2 *Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées* » et se retrouve en *Annexe 3*.

Pour rappel, elle est composée de 11 critères mais est notée seulement sur 10 (le critère 1 évaluant la validité externe n'est pas compris dans le score PEDro). Plus le score est élevé, plus la qualité méthodologique de l'article est élevée.

La validation ou la non-validation des items dans les différentes études incluses sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Evaluation méthodologique des études incluses avec l'échelle PEDro

Etudes	Items PEDro											Résultats		
	Validité externe	Validité interne									Résultats statistiques		Score total	Score PEDro
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
<i>Bruchez et al. 2016 [71]</i>	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	9/11	<b>8/10</b>	
<i>Elsepae et al. 2016 [72]</i>	✓	✓	✓	✓						✓	✓	6/11	<b>5/10</b>	
<i>Emara et al. 2017 [73]</i>	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	8/11	<b>7/10</b>	
<i>Farzamfar et al. 2017 [74]</i>	✓	✓		✓						✓	✓	5/10	<b>4/10</b>	
<i>Kara et al. 2019 [75]</i>	✓	✓		✓			✓	✓		✓	✓	7/11	<b>6/10</b>	
<i>Narimani et al. 2019 [76]</i>	✓	✓		✓			✓			✓	✓	6/11	<b>5/10</b>	

Légende : Les symboles « ✓ » marquent la présence de l'item. Les cases restées blanches indiquent que l'item n'est pas validé dans l'étude concernée.

Ainsi, après avoir réalisé le score PEDro sur l'ensemble des études incluses :

- Les items 1, 2, 4, 10 et 11, sont toujours validés :
  - o Item 1 : « Les critères d'éligibilités ont été précisés »
  - o Item 2 : « Les sujets ont été répartis aléatoirement dans les groupes (...) »
  - o Item 4 : « Les groupes étaient similaires au début de l'étude au regard des indicateurs pronostiques les plus importants »
  - o Item 10 : « Les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont indiqués pour au moins un des critères de jugement essentiels »
  - o Item 11 : « Pour au moins un des critères de jugement essentiels, l'étude indique à la fois l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité »
- L'item 5 « Tous les sujets étaient "en aveugle" » et l'item 6 « Tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient "en aveugle" » ne sont jamais validés.
- L'item 3 « La répartition a respecté une assignation secrète » n'est pas validé pour *Farzamfar et al.[74]*, *Kara et al.[75]* et *Narimani et al.[76]*. En effet ni l'assignation secrète, ni l'utilisation d'enveloppes scellées n'ont été mentionnées.
- L'item 7 « Tous les examinateurs étaient "en aveugle" pour au moins un des critères de jugement essentiels » n'est pas validé pour *Elsepae et al.[72]*, *Emara et al.[73]*, et *Farzamfar et al.[74]*. Contrairement aux autres études incluses, il n'est pas précisé si l'évaluateur est en aveugle.
- L'item 8 : « Les mesures, pour au moins un des critères de jugement essentiels, ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes » n'est pas validé pour *Elsepae et al.[72]*, *Farzamfar et al.[74]* et *Narimani et al.[76]*, effectivement ces articles ne

mentionnent pas explicitement le nombre de sujets auprès desquels les mesures ont été obtenues pour les critères de jugement essentiels.

- L'item 9 « *Tous les sujets pour lesquels les résultats étaient disponibles ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôle conformément à leur répartition ou, quand cela n'a pas été le cas, les données d'au moins un des critères de jugement essentiels ont été analysées "en intention de traiter"* » n'a été validé que pour les études *Bruchez et al.*[71] où il a été mentionné une analyse en intention de traiter et *Emara et al.*[73] où il est explicitement mentionné que tous les sujets ont reçu le traitement ou l'intervention contrôle comme attribué ; ce qui n'est pas mentionné de façon explicite dans les autres études.

Les scores PEDro des articles inclus sont compris entre 4/10 et 8/10, la moyenne des scores PEDro est de 5,8. Ce qui pourrait présumer que les études ont une faible qualité méthodologique.

Cependant il est intéressant de noter qu'en kinésithérapie, le critère 6 consistant à la mise en aveugle des thérapeutes est rarement respecté du fait de l'impossibilité de réaliser une technique de façon aveugle. De même, la mise en aveugle des patients est difficilement évitable : le groupe expérimental doit regarder dans un miroir contrairement au groupe témoin. Notons enfin que les items 10 et 11, de la plus grande importance car indiquant s'il y a suffisamment d'informations statistiques pour rendre les résultats interprétables, sont eux bien présents dans toutes les études incluses.

### 3.2.2 [Synthèse des biais retrouvés](#)

Cette échelle d'évaluation nous permet donc d'obtenir des informations sur les différents biais retrouvés dans chaque étude.

La **validité externe** de l'étude est validée par l'item 1 de l'échelle PEDro « *les critères d'éligibilité ont été précisés* », c'est-à-dire qu'il nous est possible de connaître la source du recrutement des sujets. C'est le cas pour toutes les études retenues ici.

La **validité interne** de chaque étude est évaluée par les items 2 à 9, qui représentent les biais suivants<sup>15</sup> :

- **Biais de sélection**, évalué grâce aux items 2,3,4.  
Le biais de sélection concerne le choix de la population traitée dans l'étude, le processus de recrutement, d'échantillonnage et de randomisation. Ce biais peut apparaître dans une étude si le groupe expérimental et le groupe contrôle ne sont pas comparables et/ou ne sont pas répartis de façon homogène.  
La répartition aléatoire (item n°2) a été respectée dans tous les groupes.  
La similarité des groupes (item n°4) a été respectée dans toutes les études.  
Cependant, l'assignation secrète (item n°3) n'a été respectée que dans 3 études sur 6 ; il existe donc un biais de sélection non négligeable sur l'ensemble.
- **Biais d'évaluation**, évalué par les items 5, 6, 7  
Le biais d'évaluation est lié à la subjectivité du patient, du thérapeute ou de l'examineur : il fait donc référence au concept d'insu.  
Il existe une absence de mise en aveugle des patients (item n°5) et des thérapeutes (item n°6) dans l'ensemble des études incluses dans cette revue ; cela signifie que les participants et les intervenants connaissaient le groupe dans lequel ils avaient été assignés. Cela peut induire un

---

<sup>15</sup> Site internet [catalogofbias.org](http://catalogofbias.org), section Biases, consulté en février 2022

**biais de performance**, conduisant à une sur ou sous-estimation de l'hypothétique efficacité du traitement étudié.

De plus, dans 3 études sur 6, l'insu n'est pas mis en place pour les examinateurs (item n°7) ce qui constitue un **biais de détection** : ils risquent d'être influencés.

- **Biais de suivi et biais d'attrition**, concernés par les items 8 et 9

Le biais d'attrition survient lorsque des sujets initialement randomisés et inclus en début d'étude sont écartés à l'analyse pour des raisons diverses. Pour lutter contre ce phénomène et maintenir la comparabilité des groupes, les auteurs vont faire « une analyse en intention de traiter », c'est-à-dire qu'ils vont analyser tous les patients inclus dans l'étude initiale. Ainsi tous les patients sont suivis du début à la fin sans être exclus et même s'il existe des « perdus de vue », leurs valeurs seront imputées au regard du critère de jugement.

Le suivi adéquat des participants (item n°8) n'est pas explicitement mentionné dans 3 études sur 6 ; peut-être n'y a-t-il eu aucun perdu de vue, mais le fait de ne pas l'énoncer constitue un risque de biais de suivi.

L'analyse en « intention de traiter » n'a été réalisée que pour une étude.

**La quantité d'informations statistiques suffisantes permettant l'interprétation des résultats**, est appréciée par les items 10 et 11.

Les études ont présenté des résultats avec une comparaison statistique intergroupes et avec une estimation de l'effet et/ou de la variabilité. Ces précisions permettent de dire que les études possèdent une quantité d'informations statistiques suffisantes pour rendre leurs résultats interprétables.

Tableau 7 : Tableau récapitulatif des biais présents dans chaque étude

Etudes	Biais présents dans l'étude			
	Biais de sélection	Biais d'évaluation	Biais de suivi	Biais d'attrition
<i>Bruchez et al.</i> 2016 [71]		X		
<i>Elsepae et al.</i> 2016 [72]		X	X	X
<i>Emara et al.</i> 2017 [73]		X		
<i>Farzamfar et al.</i> 2017 [74]	X	X	X	X
<i>Kara et al.</i> 2019 [75]	X	X		X
<i>Narimani et al.</i> 2019 [76]	X	X	X	X

X = présence d'un biais

Nous pouvons donc constater qu'aucun des articles inclus dans cette revue n'est exempt de biais. Cependant, notons que tous les biais ne sont pas équivalents, et certains sont plus facilement évitables.

### 3.3 Effets de l'intervention sur les critères de jugement

Afin d'interpréter au mieux les résultats de ces études, une analyse intergroupes est donc effectuée : la taille d'effet et l'intervalle de confiance à 95% ont été calculés et la valeur « p » analysée.

La taille d'effet est la différence qu'il existe sur un critère de jugement donné à une date donnée entre le groupe expérimental et le groupe contrôle. C'est donc une estimation de l'effet du traitement. Plus la taille d'effet est importante, plus le traitement présente un intérêt dans la rééducation et inversement. Cette valeur se calcule en soustrayant la moyenne des résultats du groupe contrôle à la moyenne des résultats du groupe intervention à la fin de l'étude c'est-à-dire après le traitement effectué.

Cependant la taille d'effet n'est interprétable que si la p-value est inférieure à une valeur normalement précisée dans l'étude ; ou encore si l'intervalle de confiance ne croise pas la valeur nulle.

En effet, la p-value permet de déterminer si les résultats obtenus sont ou non dus au hasard. Ainsi pour qu'un résultat soit statistiquement significatif, il est nécessaire que p soit inférieur à 0,05. La valeur p indique dans quelle mesure les données sont conformes à l'hypothèse de test. Elle informe sur la probabilité que le résultat du test soit dû au hasard. Malgré le fait que le terme statistiquement significatif soit très largement discuté dans le milieu scientifique, nous utiliserons cette notion.

L'intervalle de confiance à 95% correspond à l'intervalle dans lequel la valeur mesurée se situe, avec une probabilité supérieure ou égale à 95%. Il permet de déterminer si le traitement étudié est en faveur d'un groupe ou d'un autre, mais si et seulement s'il ne croise pas la valeur nulle ; en effet si l'intervalle de confiance comprend le « 0 » alors le résultat ne sera pas interprétable car le traitement aura potentiellement un effet nul. Si les bornes de l'intervalle de confiance sont proches cela permet de conclure que l'effet du traitement est connu de manière précise et ainsi que les résultats obtenus sont encore plus fiables et représentatifs de la population réelle. Pour conclure, l'intervalle de confiance est un indicateur qui permet de chiffrer la zone d'incertitude avec laquelle un résultat peut être extrapolé à une population. Nous utiliserons préférentiellement cet indicateur.

#### 3.3.1 Critère de jugement principal : la fonction motrice du membre supérieur

Dans cette revue, le critère de jugement principal est la fonction motrice du membre supérieur atteint lors de l'hémiplégie chez l'enfant paralysé cérébral. Elle sera évaluée à l'aide de 6 outils de mesures (détaillés dans la sous-partie 3.1.3.4 « Critères de jugement ») ; il existe donc une grande hétérogénéité des outils de mesure d'une étude à l'autre, même si l'on peut retrouver des similitudes.

##### 3.3.1.1 Bruchez et al. 2016 [71]

Cette étude mesure la fonction motrice du membre supérieur par l'intermédiaire du MA2 et ABILHAND-Kids.

La MA2 mesure plusieurs paramètres : 1. La précision de l'atteinte, 2. la dextérité de la prise, du relâchement et de la manipulation, 3. l'amplitude des mouvements, 4. la fluidité des mouvements.

L'ABILHAND-Kids mesure l'utilisation du bras parétique dans la vie quotidienne.

Les tailles d'effet que nous allons présenter seront : les différences intergroupes après l'intervention avec un intervalle de confiance à 95% et les différences intergroupes après le suivi de 5 semaines (soit 10 semaines après le début de l'intervention) avec un intervalle de confiance à 95%. Les résultats seront donnés selon les différents paramètres du test.

Tableau 8 : Résultats de l'étude Bruchez et al. sur le critère de jugement principal

Bruchez et al. 2016 [71]		Groupe (Exp. N=45 Con. N=45)	Pré-intervention	Post-intervention	Taille d'effet et Intervalle de confiance à 95% (post-intervention)	Post-intervention + 5 semaines	Taille d'effet et Intervalle de confiance à 95% (après suivi de 5 sem.)
MA2	Précision	Exp.	90,3±15,5	90,7±16,6	-0,9	92,1±14,8	-1,9
		Con.	90,7±10,8	91,6±11,6	[-6,9 ; 5,10]	94,0±8,3	[-6,93 ; 3,13]
	Dextérité	Exp.	73,2±24,3	75,0±25,0	4,6	74,9±24,7	2,7
		Con.	69,6±18,7	70,4±19,7	[-4,83 ; 14,03]	72,2±18,8	[-6,50 ; 11,90]
	Amplitude	Exp.	76,5±20,3	76,7±21,4	-2,6	78,0±20,8	-1,1
		Con.	77,9±16,7	79,3±18,0	[-10,88 ; 5,68]	79,1±16,5	[-8,97 ; 6,77]
	Fluidité	Exp.	65,1±20,5	66,9±21,3	1,2	68,8±20,7	2,2
		Con.	63,5±21,6	65,7±21,1	[-7,68 ; 10,08]	66,6±20,7	[-6,47 ; 10,87]

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne ± écart-type

Tableau 9 : Résultats de l'étude Bruchez et al. sur le critère de jugement principal

Bruchez et al. 2016 [71]	Groupe (Exp. N=45 Con. N=45)	Pré-intervention	Post-intervention	Taille d'effet et Intervalle de confiance à 95%	Post-intervention + 5 semaines	Taille d'effet et Intervalle de confiance à 95%
ABILHAND-Kids	Exp.	2,90±1,81	3,51±1,71	0,35	3,51±1,76	0,15
	Con.	2,83±2,08	3,16±2,09	[-0,45 ; 1 ; 15]	3,36±2,14	[-0,67 ; 0,97]

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne ± écart-type.

- Synthèse des résultats :

Concernant la MA2, la précision de l'atteinte et l'amplitude des mouvements semblent diminuer sur l'échantillon de l'étude. La dextérité de la prise, relâchement et manipulation et la fluidité des mouvements paraissent augmenter sur ce même échantillon.

Cependant, ces résultats ne sont pas significatifs. En effet, l'IC à 95% comprend le zéro : l'effet de l'intervention sur ces différents paramètres peut être aussi bien positif que négatif. Nous ne pouvons donc pas extrapoler l'effet de l'intervention sur la population générale.

Il en est de même, pour les mêmes raisons, pour l'ABILHAND-Kids.

Au vu de ces résultats, cette étude ne nous permet pas de connaître l'impact de la thérapie miroir sur la fonction motrice du membre parétique des enfants atteints de paralysie cérébrale unilatérale.

### 3.3.1.2 Elsepae et al. 2016 [72]

Dans cette étude, la fonction motrice (motricité fine) a été mesurée par deux sous-tests issus du PDMS- 2 : préhension et manipulation d'objet.

L'auteur a présenté ses résultats en médiane, nous ne pouvons donc pas calculer la différence intergroupes avec un intervalle de confiance à 95%. De plus, l'auteur ne donne que les valeurs de « p » intragroupes. Nous ne pouvons donc pas évaluer si la thérapie miroir couplée à un programme quotidien de kinésithérapie pour améliorer les fonctions motrices globales a plus d'impact que ce programme de kinésithérapie seul sur la fonction motrice du membre supérieur parétique.

Le tableau ci-dessous présente donc les résultats intragroupes.

Tableau 10 : Résultats de l'étude Elsepae et al. sur le critère de jugement principal

Elsepae et al. 2016 [72]		Groupe (Exp. N=20 Con. N=20)	Médiane Pré- intervention	Médiane Post- intervention	Différence intragroupe	p-value intragroupe
PDMS-2	Préhension	Expérimental	3	6	3	0,001
		Contrôle	3	4	1	0,004
	Manipulation d'objet	Expérimental	7,5	9,5	2	0,001
		Contrôle	7	7,5	0,5	0,001

Les résultats sont donnés sous la forme médiane

- Synthèse des résultats :

Concernant le sous-test **préhension** au PDMS-2, on retrouve :

- Pour le groupe expérimental, une évolution intra-groupe de 3 points, passant de 3 à 6 en post-intervention.  
Le p = 0,001 donc  $p < 0,05$ , les données sont donc statistiquement significatives.
- Pour le groupe contrôle, une évolution intra-groupe de 1 point, passant de 3 à 4 en post-intervention.  
Le p = 0,004 donc  $p < 0,05$ , les données sont donc statistiquement significatives.

Concernant le sous-test **manipulation d'objet** au PDMS-2, on retrouve :

- Pour le groupe expérimental, une évolution intra-groupe de 2 points, passant de 7,5 à 9,5 en post-intervention.  
Le p = 0,001 donc  $p < 0,05$ , les données sont donc statistiquement significatives.
- Pour le groupe contrôle, une évolution intra-groupe de 0,5 points, passant de 7 à 7,5 en post-intervention.  
Le p = 0,001 donc  $p < 0,05$ , les données sont donc statistiquement significatives.

La thérapie miroir couplée à un programme de kinésithérapie pour améliorer les fonctions motrices globales semble donc présenter ici un impact positif sur la préhension et la manipulation d'objet. Le programme de kinésithérapie seul a également un impact positif sur la préhension et la manipulation d'objet.

Nous aurions tendance à conclure que la thérapie miroir couplée avec un programme de kinésithérapie améliore de façon plus importante la fonction motrice du membre supérieur parétique des enfants atteints de paralysie cérébrale unilatérale que le programme de kinésithérapie seul ; cependant cette hypothèse ne peut pas être validée. La différence intergroupes est nécessaire pour affirmer ou infirmer cette tendance, ce qui s'avère impossible ici.

### 3.3.1.3 [Emara et al. 2017](#) [73]

Cette étude mesure par l'intermédiaire du QUEST la fonction motrice du membre supérieur. Plusieurs paramètres sont ainsi mesurés : la dissociation de mouvement, la préhension, la mise en charge, les réactions de protection.

Les tailles d'effet que nous avons calculées sont ici les différences intergroupes après l'intervention avec un intervalle de confiance à 95%. Les résultats seront donnés selon les différents sous-scores du test.

Les p-value présentées correspondent aux p-value intergroupe après l'intervention.

Tableau 11 : Résultats de l'étude Emara et al. sur le critère de jugement principal

<i>Emara et al. 2017</i> [73]		Groupe (Exp. N=16 Con. N=16)	Pré- intervention	Post-intervention	p value	Taille d'effet et Intervalle de confiance à 95%
QUEST	Dissociation de mouvements	Expérimental	53,967±3,519	63,548±4,862	0,000	<b>6,311 [3,39 ; 9,24]</b>
		Contrôle	52,990±2,552	57,237±3,031		
	Préhension	Expérimental	23,155±2,034	28,707±1,562	0,000	<b>3,737 [2,75 ; 4,72]</b>
		Contrôle	22,227±2,061	24,970±1,131		
	Mise en charge	Expérimental	25,225±1,513	32,267±2,746	0,007	<b>2,476 [0,73 ; 4,22]</b>
		Contrôle	25,918±1,147	29,791±2,041		
	Réactions de protection	Expérimental	20,845±0,954	27,458±1,524	0,000	<b>2,297 [1,26 ; 3,34]</b>
		Contrôle	20,254±0,731	25,161±1,351		

*Les résultats sont donnés sous la forme moyenne ± écart-type.*

- Synthèse des résultats :

L'ensemble des résultats intergroupes du tableau ci-dessus sont statistiquement significatifs.

Nous observons :

- Concernant la dissociation de mouvements : une taille d'effet de 6,311 points avec un intervalle de confiance à 95% de [3,39 ; 9,24] en faveur du groupe TM
- Concernant la préhension : une taille d'effet de 3,737 points avec un IC à 95% de [2,75 ; 4,72]
- Concernant la mise en charge : une taille d'effet de 2,476 points avec un IC à 95% de [0,73 ; 4,22]
- Concernant les réactions de protection : une taille d'effet de 2,297 points avec un IC à 95% de [1,26 ; 3,34]

Tous ces résultats paraissent montrer que la dissociation des mouvements, la préhension, la mise en charge et les réactions de protection sont améliorées pour les enfants paralysés cérébraux unilatéraux qui reçoivent l'entraînement de thérapie miroir.

### 3.3.1.4 Farzamfar et al. 2017 [74]

Dans cette étude, la fonction motrice a été mesurée par le BBT, qui évalue plus précisément la dextérité.

La taille d'effet que nous avons calculée est ici aussi la différence intergroupes après l'intervention avec un intervalle de confiance à 95%.

La p-value présentée correspond à la p-value intergroupes après l'intervention.

Tableau 12 : Résultats de l'étude Farzamfar et al. sur le critère de jugement principal

Farzamfar et al. 2017 [74]	Groupe (Exp. N=7 Con. N=7)	Pré-intervention	Post-intervention	p value	Taille d'effet et Intervalle de confiance à 95%
BBT	Expérimental	12,29±3,49	19,29±4,11	0,038	<b>4,86 [0,31 ; 9,41]</b>
	Contrôle	12,86±3,89	14,43±3,69		

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne ± écart-type.

#### - Synthèse des résultats :

Nous obtenons un résultat intergroupes statistiquement significatif pour le BBT. En effet, après l'intervention, on observe une taille d'effet de 4,86 points avec un intervalle de confiance à 95% de [0,31 ; 9,41] en faveur du groupe thérapie miroir.

Les résultats montrent que la pratique de la thérapie miroir semble améliorer le score du BBT et donc la dextérité du membre supérieur parétique des enfants paralysés cérébraux unilatéraux.

### 3.3.1.5 Kara et al. 2019 [75]

Cette étude mesure la fonction motrice du membre supérieur par l'intermédiaire du QUEST et du COPM. Plusieurs paramètres sont ainsi mesurés : la dissociation de mouvement, la préhension, la mise en charge, les réactions de protection pour le QUEST, ainsi que la performance et la satisfaction pour le COPM.

Les tailles d'effet que nous allons présenter seront les différences intergroupes des évolutions au sein de chaque groupe avec un intervalle de confiance à 95%. Les résultats seront donnés selon les différentes sections des échelles.

Les p-value présentées correspondent aux p-value intergroupes après l'intervention.

Tableau 13 : Résultats de l'étude Kara et al. sur le critère de jugement principal

Kara et al. 2019 [75]		Evolution du groupe expérimental N = 15	Evolution du groupe contrôle N=15	p value	Taille d'effet et Intervalle de confiance à 95%
QUEST	Dissociation de mouvements	11,15±6,24	1,87±3,6	<0,001	<b>9,28 [5,47 ; 13,09]</b>
	Préhension	14,63±12,88	1,48±3,91	<0,001	<b>13,15 [6,03 ; 20,27]</b>
	Mise en charge	5,05±7,32	0,25±0,97	0,006	<b>4,8 [0,89 ; 8,71]</b>
	Réactions de protection	4,75±6,87	1,11±2,04	0,061	3,64 [-0,15 ; 7,43]
	Total	8,88 ±6,51	2,2±4,74	0,001	<b>6,66 [2,40 ; 10,92]</b>

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne ± écart-type.

Tableau 14 : Résultats de l'étude Kara et al. sur le critère de jugement principal

Kara et al. 2019 [75]		Evolution du groupe expérimental N = 15	Evolution du groupe contrôle N=15	p value	Taille d'effet et Intervalle de confiance à 95%
COPM	Performance	2,69±1,25	0,08±0,22	<0,001	<b>2,61 [1,94 ; 3,28]</b>
	Satisfaction	3,43±1,56	0,33±1,67	<0,001	<b>3,1 [1,89 ; 4,31]</b>
	Total	6,12±2,33	0,41±1,56	<0,001	<b>5,71 [4,23 ; 7,19]</b>

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne ± écart-type.

- Synthèse des résultats :

Sur le QUEST, les résultats intergroupes du tableau ci-dessus sont statistiquement significatifs pour la dissociation de mouvement, la préhension, la mise en charge, le total du score ; cependant la section réactions de protection ne nous apporte pas de résultats significatifs (l'IC croise le 0).

Nous observons :

- Concernant la dissociation de mouvements : une taille d'effet de 9,28 points avec un intervalle de confiance à 95% de [5,47 ; 13,09] en faveur du groupe TM
- Concernant la préhension : une taille d'effet de 13,15 points avec un IC à 95% de [6,03 ; 20,27]
- Concernant la mise en charge : une taille d'effet de 4,8 points avec un IC à 95% de [0,89 ; 8,71]
- Concernant les réactions de protection : non significatif
- Concernant la mise en charge : une taille d'effet de 6,66 points avec un IC à 95% de [2,40 ; 10,92]

Les résultats montrent que la dissociation des mouvements, la préhension, la mise en charge et le total du score du QUEST semblent être améliorés pour les enfants paralysés cérébraux unilatéraux qui reçoivent l'entraînement de thérapie miroir.

Sur le COPM, l'ensemble des résultats intergroupes du tableau ci-dessus sont statistiquement significatifs.

En effet, nous observons :

- Concernant la performance : une taille d'effet de 2,61 points avec un IC à 95% de [1,94 ; 3,28] en faveur du groupe TM
- Concernant la satisfaction : une taille d'effet de 3,1 points avec un IC à 95% de [1,89 ; 4,31]
- Concernant le score total du COPM : une taille d'effet de 5,71 points avec un IC à 95% de [4,23 ; 7,19]

Ces résultats confirment que la performance, la satisfaction et le total du score du COPM semblent être améliorés pour les enfants paralysés cérébraux unilatéraux qui reçoivent l'entraînement de thérapie miroir.

### 3.3.1.6 [Narimani et al. 2019](#) [76]

Dans cette étude, la fonction motrice a été mesurée par le BBT, qui évalue plus précisément la dextérité.

La taille d'effet que nous avons calculée est ici la différence intergroupes après l'intervention avec un intervalle de confiance à 95%.

La p-value présentée correspond à la p-value intergroupes après l'intervention.

Tableau 15 : Résultats de l'étude Narimani et al. sur le critère de jugement principal

<i>Narimani et al. 2019</i> [76]	Groupe (Exp. N=15 Con. N=15)	Pré- intervention	Post-intervention	p value	Taille d'effet et Intervalle de confiance à 95%
BBT	Expérimental	24,73±4,81	28,46±4,53	0,008	<b>5,06 [1,40 ; 8,72]</b>
	Contrôle	22,60±5,30	23,40±5,22		

*Les résultats sont donnés sous la forme moyenne ± écart-type.*

- Synthèse des résultats :

Nous obtenons un résultat intergroupes statistiquement significatif pour le BBT. En effet, après l'intervention, on observe une taille d'effet de 5,06 points avec un intervalle de confiance à 95% de [1,40 ; 8,72] en faveur du groupe thérapie miroir.

Les résultats montrent que la pratique de la thérapie miroir semble améliorer le score du BBT et donc la dextérité du membre supérieur parétique des enfants paralysés cérébraux unilatéraux.

### 3.3.2 [Critère de jugement secondaire : la force motrice du membre supérieur](#)

La force est évaluée dans 4 des 6 articles inclus, à savoir : *Bruchez et al.* [71], *Elsepae et al.* [72], *Kara et al.* [75], *Narimani et al.* [76], grâce à un dynamomètre.

### 3.3.2.1 Bruchez et al. 2016 [71]

Dans cette étude la force a été mesurée à l'aide d'un dynamomètre pneumatique de 30 psi pour la force de préhension contre un dynamomètre mécanique de 30lb pour la force de pincement.

Les tailles d'effet que nous allons présenter seront les différences intergroupes après l'intervention et après le suivi de 5 semaines (soit 10 semaines après le début de l'intervention), toutes deux avec un intervalle de confiance à 95%.

Tableau 16 : Résultats de l'étude Bruchez et al. sur le critère de jugement secondaire

Bruchez et al. 2016 [71]	Groupe (Exp. N=45 Con. N=45)	Pré-intervention	Post-intervention	Taille d'effet et Intervalle de confiance à 95%	Post-intervention + 5 semaines	Taille d'effet et Intervalle de confiance à 95%
Force de préhension	Exp.	20,9±16,2	23,6±17,9	2,3	23,7±16,0	4,6
	Con.	18,8±18,1	21,3±20,5	[-5,76 ; 10,36]	19,1±18,0	[-2,53 ; 11,73]
Force de pincement	Exp.	2,69±1,18	2,75±1,27	0,32	3,00±1,46	0,53
	Con.	2,29±1,37	2,43±1,53	[-0,27 ; 0,91]	2,47±1,67	[-0,13 ; 1,19]

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne ± écart-type.

#### - Synthèse des résultats

La force de préhension semble être augmentée sur l'échantillon de l'étude, mais que ce soit pour celle-ci comme pour la force de pincement, ces résultats ne sont pas significatifs, ils ne sont donc pas extrapolables à la population. En effet, dans les deux cas, l'IC à 95% nous permet de nous rendre compte que les tailles d'effet de l'intervention peuvent aussi bien être positives que négatives. Nous ne pouvons donc pas affirmer ou infirmer l'effet de la TM sur la population générale.

### 3.3.2.2 Elsepaee et al. 2016 [72]

Dans cette étude, la force a été mesurée grâce à un dynamomètre manuel Jamar.

Comme pour le critère de fonction motrice, les auteurs ont présenté leurs résultats en médiane, nous ne pouvons donc pas calculer la différence intergroupes avec un intervalle de confiance à 95%. De plus, ils ne donnent que les valeurs de « p » intragroupe. Nous ne pouvons donc pas savoir si la thérapie miroir couplée à un programme d'activité physique a plus d'impact qu'un programme d'activité physique seul sur la force du membre supérieur parétique.

Le tableau ci-dessous présente donc les résultats intragroupe de façon indépendante pour les deux groupes.

Tableau 17 : Résultats de l'étude Elsepaee et al. sur le critère de jugement secondaire

Elsepaee et al. 2016 [72]	Groupe (Exp. N=20 Con. N=20)	Médiane Pré-intervention	Médiane Post-intervention	Différence intragroupe	p-value intragroupe
Force de préhension	Expérimental	2,5	3,3	0,8	0,001
	Contrôle	2,3	2,8	0,5	0,001

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne ± écart-type.

- Synthèse des résultats :

Concernant la force de préhension, on retrouve :

- Pour le groupe expérimental, une évolution intra-groupe de 0,8 point, passant de 2,5 à 3,3 en post-intervention.  
Le  $p = 0,001$  donc  $p < 0,05$ , les données sont donc statistiquement significatives.
- Pour le groupe contrôle, une évolution intra-groupe de 0,5 point, passant de 2,3 à 2,8 en post-intervention.  
Le  $p = 0,001$  donc  $p < 0,05$ , les données sont donc statistiquement significatives.

La thérapie miroir couplée à un programme de kinésithérapie ainsi que le programme de kinésithérapie seul semblent avoir un léger impact positif sur la force de préhension.

Une fois encore, nous aurions tendance à penser que la thérapie miroir avec un programme de kinésithérapie améliore la force du membre supérieur par rapport au programme seul. Cependant, comme vu dans la partie 3.3.1.2 « *Elspeae et al. 2016* », seule la différence intergroupes nous permettrait de confirmer ou non cette tendance, ce qui s'avère impossible ici.

### 3.3.2.3 [Kara et al. 2019](#) [75]

Dans cette étude, la force a été mesurée grâce à un dynamomètre portatif.

Les tailles d'effet que nous avons calculées sont ici les différences intergroupes des évolutions au sein de chaque groupe avec un intervalle de confiance à 95%. Les résultats sont donnés selon les différentes sections des échelles.

Les p-value présentées correspondent à la p-value intergroupes.

Tableau 18 : Résultats de l'étude Kara et al. sur le critère de jugement secondaire

Kara et al. 2019		Evolution du groupe expérimental N = 15	Evolution du groupe contrôle N=15	p value	Taille d'effet et Intervalle de confiance à 95%
Force musculaire	Fléchisseurs du coude (côté affecté)	7,11±7,82	0,0013±0,74	<0,001	<b>7,109 [2,95 ; 11,26]</b>
	Extenseurs du coude (côté affecté)	7,07±4,4	0,094±0,55	0,002	<b>6,976 [4,63 ; 9,32]</b>
	Fléchisseurs du coude (côté non affecté)	5,67±5,98	0,008±0,94	<0,001	<b>5,662 [2,49 ; 8,84]</b>
	Extenseurs du coude (côté non affecté)	6,9±5,57	0,907±2,65	<0,001	<b>5,993 [2,73 ; 9,26]</b>

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne ± écart-type.

- Synthèse des résultats :

Concernant la force musculaire, l'ensemble des résultats intergroupes du tableau ci-dessus sont statistiquement significatifs.

En effet, nous observons :

- Concernant les fléchisseurs du coude du côté affecté : une taille d'effet de 7,109 points avec un intervalle de confiance à 95% de [2,95 ; 11,26] en faveur du groupe TM
- Concernant les extenseurs du coude du côté affecté : une taille d'effet de 6,976 points avec un IC à 95% de [4,63 ; 9,32]
- Concernant les fléchisseurs du coude du côté non affecté : une taille d'effet de 5,662 points avec un IC à 95% de [2,49 ; 8,84]
- Concernant les extenseurs du coude du côté non affecté : une taille d'effet de 5,993 points avec un IC à 95% de [2,73 ; 9,26]

Les résultats montrent que la force musculaire des extenseurs et fléchisseurs du coude en bilatéral semblent être améliorées pour les enfants paralysés cérébraux unilatéraux qui reçoivent l'entraînement de thérapie miroir.

### 3.3.2.4 [Narimani et al. 2019](#) [76]

Dans cette étude, la force a été mesurée à l'aide d'un dynamomètre manuel Jamar.

La taille d'effet que nous allons présenter est la différence intergroupes après l'intervention avec un intervalle de confiance à 95%.

La p-value présentée correspond à la p-value intergroupes après l'intervention.

Tableau 19 : Résultats de l'étude Narimani et al. sur le critère de jugement secondaire

<i>Narimani et al. 2019</i> [76]	Groupe (Exp. N=15 Con. N=15)	Pré- intervention	Post-intervention	p value	Taille d'effet et Intervalle de confiance à 95%
Force de préhension	Expérimental	3,46±1,35	4,44±1,60	0,32	0,58 [-0,59 ; 1,75]
	Contrôle	3,68±1,41	3,86±1,53		

*Les résultats sont donnés sous la forme moyenne ± écart-type.*

- Synthèse des résultats :

L'intervalle de confiance à 95% croise le 0, ainsi la taille d'effet de l'intervention peut être aussi bien positive que négative, donc ce résultat n'est pas significatif.

Nous ne pouvons donc pas confirmer l'impact sur la population générale de la thérapie miroir, qui semble améliorer la force de préhension sur l'échantillon de l'étude.

### 3.3.3 Synthèse des résultats

Pour résumer, 6 études traitent de la fonction motrice et 4 de la force. Au total ce sont 236 sujets (dont 223 atteints de paralysie cérébrale unilatérale) de 5 à 17 ans qui ont été inclus.

16 à 36 séances de thérapie miroir ont été réalisées par patient à raison de 3 à 7 séances par semaine (sauf pour l'article *Farzamfar et al.*[74] où la fréquence n'est pas citée)

La durée des séances variait de 15 minutes à 30 min.

Tableau 20 : Synthèse des résultats en terme de significativité

Etudes	<i>Bruchez et al.</i> [71]	<i>Esepae et al.</i> [72]	<i>Emara et al</i> [73]	<i>Farzamfar et al.</i> [74]	<i>Kara et al.</i> [75]	<i>Narimani et al.</i> [76]
<b>Fonction motrice</b>	MA2 : non significatif  ABILHAND-Kids : non significatif	PDMS-2 : Problème médiane	QUEST : <b>significatif</b>	BBT : <b>significatif</b>	QUEST : <b>significatif</b>  COPM : <b>significatif</b>	BBT : <b>significatif</b>
<b>Force</b>	Force de préhension : non significatif  Force de pincement : non significatif	Force de préhension : Problème médiane			Force musculaire : <b>significatif</b>	Force de préhension : non significatif

## 4 Discussion

L'objectif de cette revue de littérature était d'étudier l'intérêt de la thérapie miroir sur la fonction motrice et la force du membre supérieur parétique des enfants paralysés cérébraux unilatéraux.

A la suite de la recherche documentaire au sein des bases de données scientifiques, 6 essais contrôlés randomisés ont été inclus afin d'être analysés.

### 4.1 Analyse des principaux résultats

#### 4.1.1 Hétérogénéités et limites

##### ➔ **Hétérogénéités**

Les essais contrôlés randomisés inclus dans cette revue, lorsque leurs résultats sont significatifs, décrivent tous un effet positif de la thérapie miroir sur la fonction et la force du membre supérieur des enfants paralysés cérébraux unilatéraux.

Cependant l'hétérogénéité de ces études sur plusieurs aspects suscite quelques réserves sur l'interprétation des résultats.

Devant cette hétérogénéité, il est impossible de les comparer de manière quantitative, c'est pourquoi une analyse qualitative a été réalisée.

La première divergence concerne les outils de mesure utilisés pour un même paramètre selon les études. Aussi serait-il intéressant, en raison de cette hétérogénéité, d'utiliser des échelles identiques suivant de bonnes valeurs psychométriques auprès des enfants PC tels que l'AHA et le MA2 afin de pouvoir comparer les résultats obtenus.

D'autre part, les protocoles d'intervention sont singuliers à chaque étude avec des modalités d'administration très variés. Il existe de grandes disparités en termes de temps d'administration, qui varie de 4 à 12 semaines, en termes de nombre et rythme de séances qui vont d'une fréquence quotidienne à 3 fois par semaine, ou même en termes de durée de séance qui est de 30 minutes pour toutes les études sauf pour *Bruchez et al.*[71] Ainsi au total, les protocoles cumulent de 375 minutes (*Bruchez et al.*[71]) à 1080 minutes de thérapie miroir (*Emara et al.*[73], *Kara et al.*[75]). De plus les exercices et leurs consignes diffèrent : bimanuels pour certains contre unimanuels pour d'autres.

De même les comparateurs sont bien différents : pour 3 études, les enfants du groupe contrôle effectuent exactement les mêmes exercices mais sans miroir, alors que pour les 3 autres études, ils s'en tiennent aux exercices habituels (définis préalablement).

Il est également crucial de s'interroger sur la qualité méthodologique des différentes études avant de prendre en compte leurs résultats. La force des résultats va de pair avec la qualité de la méthode. Nous avons déjà évoqué plus haut le score PEDro qui nous permet de classer par qualité croissante les études de (*Farzamfar et al.* [74], qualité basse) à (*Bruchez et al.*[71], qualité haute). Enfin, sans reprendre ici tous les biais, le fait qu'aucune des études n'ait été réalisée avec des patients ou thérapeutes en aveugle, ne permet pas de rejeter la volonté plus ou moins consciente des participants de « réussir » l'expérience, en raison de leur motivation.

## → Limites

Tout d'abord, une des limites principales est l'effectif des études. Elles présentent toutes une petite taille d'échantillon allant de 14 à 90 sujets pour la plus étendue d'entre elles (*Bruchez et al.*[71]). Un petit effectif limite la puissance de l'étude à mettre en évidence un effet ; il rend aussi incertaine la généralisation à la population cible malgré l'étude des intervalles de confiance des tailles d'effet.

Effectivement, le faible nombre de sujets impacte directement la taille d'effet lorsqu'elle est calculée de la manière suivante : différence des moyennes post et ante-intervention. Cela est dû au fait que les deux groupes (test et contrôle) peuvent être très différents dès le début de l'étude. Nous pouvons prendre l'exemple de l'étude *Bruchez et al.*[71] où la taille d'effet pour l'amplitude est de -2,6 [-10,88 ; 5,68] alors que la différence entre les moyennes des deux groupes est déjà de -1,4 au début de l'étude. L'augmentation du nombre de sujets va mécaniquement faire converger les moyennes de chaque critère vers la même valeur (en début d'étude). Il faudrait utiliser d'autres indicateurs pour étudier la taille d'effet lorsque le nombre de sujets est trop faible. On peut notamment penser à la différence intergroupes des évolutions. Cependant les études impliquées ne fournissent pas le change score qui permettrait de la calculer.

De plus, les échantillons diffèrent sur plusieurs autres aspects notamment sur l'âge. En effet l'âge moyen est d'environ 6 ans pour *Elseapee et al.*[72] et *Emara et al.*[73], alors qu'il est aux alentours de 11 ans pour *Bruchez et al.*[71], *Kara et al.*[75] et *Narimani et al.*[76]. Or nous savons que l'âge est un facteur important dans la plasticité cérébrale.

Ensuite la durée d'intervention courte (4 semaines) constitue également une limite.

Par ailleurs, à l'exception de l'étude de *Bruchez et al.*[71], aucune étude n'a réalisé de suivi. De ce fait, l'effet potentiel sur le moyen ou long terme demeure inconnu. Or une thérapie qui n'aurait que des effets bénéfiques à un instant t sans les maintenir au moins à moyen terme présente peu d'intérêt clinique chez les enfants PC.

Il existe également des limites inhérentes à chaque étude :

- Comme vu précédemment dans les études *Elsepæe et al.*[72], *Emara et al.*[73] et *Narimani et al.*[76], le groupe contrôle n'effectue pas les mêmes exercices sans miroir, donc le groupe expérimental pratique des exercices supplémentaires au groupe contrôle. On peut alors se demander si le pseudo effet bénéfique ne serait pas lié à un effet placebo ou à la réalisation d'exercices supplémentaires chez le groupe expérimental.
- *Bruchez et al.* [71]  
Le protocole évaluait la thérapie miroir à domicile en autonomie, ce qui engendre lors des séances la présence d'un parent et l'absence de thérapeute. De plus c'est le seul essai avec un temps de séance de 15 minutes (contre 30 pour les autres), ce qui a pu limiter l'ampleur de l'effet avec une relation dose-effet qui favorise clairement les approches plus intensives. Notons également que dans cette étude, l'échantillon n'était pas composé uniquement d'enfant PC mais également d'enfants présentant une hémiplégie due à un traumatisme ultérieur à l'âge de 2 ans.
- *Farzamfar et al.*[74]  
Les auteurs n'ont pas donné la fréquence des séances, ni les caractéristiques de la population intragroupe.

- *Kara et al.*[75]  
 Cette étude évaluait la combinaison de la thérapie miroir avec des exercices de puissance et de force. Ainsi cette étude ne permet pas de savoir si cette amélioration significative entre les deux groupes est liée à la thérapie miroir uniquement, ou aux exercices de force et puissance ou à l'association des deux, sur ces critères de jugement.  
 De plus l'utilisation de l'échelle QUEST pour des enfants de plus de 8 ans constitue une autre limitation, car cette échelle sert de référence pour les enfants de 18 mois à 8 ans.
- *Elsepae et al.*[72]  
 La principale limite de cette étude repose sur le fait que les auteurs ont présenté les résultats sous forme de médiane et non de moyenne, ce qui ne permet pas de calculer les différences intergroupes avec les outils mis à notre disposition.  
 Ici encore, les auteurs ont utilisé la PDMS-2, échelle adaptée aux enfants de 0 à 5 ans, alors que leur échantillon porte sur des enfants de 5 à 7 ans.
- *Emara et al.*[73]  
 Si l'on regarde dans le détail le nom des auteurs de l'étude *Elsepae et al.*[72], on se rend compte que le Dr Emara, principal auteur de *Emara et al.* [73] a également contribué à l'étude *Elsepae et al.*[72], ce qui peut entraîner un biais d'interprétation des résultats : il aurait pu se laisser influencer par les résultats obtenus précédemment.

Les preuves ne sont donc pas très fortes en raison des limites citées ; il faudrait prendre en compte ces limites dans les études futures pour obtenir des résultats plus fiables.

#### 4.1.2 Critère de jugement principal : la fonction motrice du membre supérieur

Pour ce premier critère de jugement, il a été possible d'effectuer les calculs de taille d'effet avec un intervalle de confiance à 95% dans 5 de nos études sur 6.

Cependant, les différences d'outils d'évaluation entre études vont rendre difficile une analyse groupée.

- L'étude de *Bruchez et al.*[71] évalue l'effet de la TM sur la fonction du membre supérieur parétique et les performances quotidiennes des enfants atteints d'hémiplégie spastique, comparativement aux mêmes exercices sans miroir.  
 Les résultats de cette étude sur l'échelle MA2 ne sont pas significatifs. Dans ce cas l'extrapolation à la population est impossible, les résultats ne nous permettent donc pas de connaître l'effet de la thérapie miroir sur la fonction motrice du membre supérieur parétique des enfants atteints d'hémiplégie spastique.
- L'étude de *Elsepae et al.*[72] évalue l'effet de la TM sur les fonctions motrices manuelles (préhension et manipulation d'objets) des enfants atteints de PC hémiplégique, comparativement à un programme quotidien effectué également par le groupe miroir.  
 Nous aurions tendance à dire, à la vue des résultats intragroupes, que la TM associée à un programme quotidien améliore la fonction motrice (la préhension et la manipulation d'objets) par rapport au programme quotidien seul. Mais cette constatation est insuffisante.

Ici, l'auteur n'ayant exprimé ses résultats qu'en médianes, nous ne disposons pas des outils nécessaires pour calculer l'intervalle de confiance à 95% des différences intergroupes, malgré la présence de  $p$  ( $p \leq 0,004$ ).

Ainsi, nous ne sommes pas en mesure d'estimer si la thérapie miroir associée à un programme quotidien a un effet plus élevé que le programme quotidien seul sur l'ensemble de la population car nous ne pouvons pas savoir si ces résultats sont significatifs.

Nous pouvons simplement apprécier une tendance qui est en faveur de la thérapie miroir.

- L'étude de *Emara et al.*[73] évalue l'effet de la TM sur le schéma des mouvements et les fonctions de la main des enfants atteints de PC hémiparésique spastique, comparativement à un programme d'exercices effectué également par le groupe miroir.

Les résultats au test *QUEST* montre que l'effet de la thérapie miroir est positif sur l'échantillon, avec cependant des tailles d'effet faibles mais réelles avec des bornes des intervalles de confiance relativement proches ce qui permet d'extrapoler ces résultats à a population réelle.

- L'étude de *Farzamfar et al.*[74] évalue l'effet de la TM sur la motricité globale de la main des enfants atteints de PC hémiparésique spastique, comparativement aux mêmes exercices sans miroir.

Les résultats au *BBT* dévoilent également un effet positif de la thérapie miroir sur l'échantillon, statistiquement significatif, avec une taille d'effet modérée. Cependant son intervalle de confiance à 95% présente des bornes éloignées, ce qui rend difficile l'évaluation de l'effet dans la population générale.

- L'étude de *Kara et al.*[75] évalue l'effet de la TM - combinée à des exercices de force et de puissance - sur la qualité des mouvements du membre supérieur et la fonction de la main ainsi que les performances dans les activités des enfants atteints de PC unilatérale spastique, comparativement aux mêmes exercices sans miroir couplés à un programme d'exercices.

Les résultats au test *QUEST* montrent également un effet positif sur l'échantillon et statistiquement significatif au total (bien que ce ne soit pas statistiquement significatif pour les réactions de protection) avec des tailles d'effet importantes. Cependant les intervalles de confiance sont une fois de plus larges, et compliquent l'application à la population réelle.

Notons que les tailles d'effet des résultats de l'étude *Kara et al.* sont bien supérieurs à ceux de l'étude *Emara et al.* qui a utilisé le même outil de mesure. Ceci pourrait être dû à un biais dans l'étude de Kara qui a associé aux exercices de TM des exercices de puissance et de force, exercices qui ne n'ont pas été réalisés par le groupe contrôle.

Les résultats au *COPM* montrent eux aussi un effet en faveur de la thérapie miroir et statistiquement significatif avec des tailles d'effet modérées et des bornes d'intervalles de confiance rapprochées.

- L'étude de *Narimani et al.*[76] évalue l'effet de la TM sur la dextérité des enfants atteints de PC hémiparésique, comparativement à un programme d'exercices effectué également par le groupe miroir.

Les résultats au *BBT* montrent également un effet positif sur l'échantillon et statistiquement significatif de la thérapie miroir, avec une taille d'effet modérée. Cependant avec un intervalle

de confiance à 95% avec des bornes éloignées, il est donc difficile d'évaluer l'effet dans la population générale.

Remarquons que la taille d'effet est supérieure que pour l'étude *Farzamfar et al.* utilisant également le BBT et que les bornes de l'intervalles de confiance sont plus proches. La différence sur la largeur des bornes de l'intervalles de confiance pourrait dû à la différence de taille d'échantillonnages plus élevé chez *Narimani et al.*[76].

Une fois de plus, l'analyse de la puissance d'effet est rendue difficile par la multiplication des outils de mesure, la taille réduite de l'échantillon et les limites précisées plus haut.

Nous pouvons simplement affirmer que les résultats de ces essais sur la thérapie miroir semblent converger vers une amélioration de la fonction motrice chez les enfants paralysés cérébraux unilatéraux.

#### 4.1.3 Critère de jugement secondaire : la force du membre supérieur

Pour ce critère de jugement secondaire, la force du membre supérieur a été évaluée, dans 4 des 6 études. 3 ont mesuré la force de préhension, une la force de pincement, et une autre la force des membres supérieurs (biceps, triceps).

- L'étude de *Bruchez et al.*[71] évalue l'efficacité de la TM sur la force de préhension et la force de pincement des enfants atteints d'hémiplégie spastique.

Les résultats de cette étude au dynamomètre ne sont pas significatifs. Ils ne nous permettent donc pas de connaître l'impact de la thérapie miroir sur la force du membre supérieur des enfants atteints d'hémiplégie spastique.

- L'étude de *Elsepae et al.*[72] évalue l'efficacité de la TM sur la force de préhension des enfants atteints de PC hémiplégique.

Les résultats fournis n'étaient pas sous forme de moyenne mais de médiane, ce qui a rendu difficile l'analyse des résultats. Le résultat est impossible à interpréter bien qu'il soit statistiquement significatif ( $p=0,001$ ). Ici encore on ne peut pas conclure sur l'impact de la thérapie miroir sur la force du membre supérieur des enfants atteints de paralysie cérébrale hémiplégique.

- L'étude de *Kara et al.*[75] évalue l'efficacité de la TM sur la force des biceps et des triceps chez les enfants atteints de PC unilatérale spastique.

Les résultats au dynamomètre montrent que le groupe thérapie miroir obtenait des résultats positifs tels que :

- Force musculaire des fléchisseurs du coude, côté parétique : taille d'effet de **7,109** points
- Force musculaire des extenseurs du coude, côté parétique : taille d'effet de **6,976** points
- Force musculaire des fléchisseurs du coude, côté non parétique : taille d'effet de **5,662** points
- Force musculaire des extenseurs du coude, côté non parétique : taille d'effet de **5,993** points.

Il semblerait donc que la thérapie miroir influe positivement la force du membre supérieur. Cependant notons qu'il y a également un effet positif du côté non parétique bien qu'il soit légèrement moindre.

Néanmoins, cette étude ne permet pas de savoir si cette amélioration significative entre les deux groupes est liée à la thérapie miroir, aux exercices en force et puissance ou à l'association des deux. Des études comparant la thérapie miroir à des thérapies qui ont prouvé leur efficacité auprès de la population atteinte de PC semblent nécessaires.

- L'étude de *Narimani et al.*[76] évalue l'efficacité de la TM sur la force de préhension des enfants atteints de PC hémiparétique

Les résultats de cette étude au dynamomètre Jamar ne sont pas significatifs. Ils ne nous permettent pas non plus de connaître l'impact de la thérapie miroir sur la force du membre supérieur des enfants atteints de paralysie cérébrale unilatérale.

Enfin, sur 4 études, seulement 2 ont des résultats statistiquement significatifs et une seule a des résultats interprétables avec un calcul de taille d'effet calculable. Il est donc difficile de conclure sur l'effet potentiel bénéfique de la thérapie miroir elle-même sur la force du membre supérieur.

## 4.2 Analyse du niveau de preuve des résultats

Afin de déterminer la qualité des données scientifiques de cette revue, le système GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation working group) sera utilisé.[84]

Il permet en effet d'évaluer la qualité des preuves et la force des recommandations ; ce niveau de preuve va être exprimé non pas par étude mais par critère de jugement.

D'autres échelles existent comme la « National Health and Medical Research Council » ou l'échelle de la HAS. Cependant le système GRADE a l'avantage d'être plus fin au niveau de l'évaluation mais aussi plus subjectif (les niveaux de preuve apportés par le système GRADE peuvent être différents du simple fait de l'évaluateur).

Ce système GRADE détermine la qualité des preuves selon quatre niveaux de confiance : très faible, faible, modéré, élevé.

Il tient compte tout d'abord du schéma d'étude afin de déterminer un niveau de qualité de départ, à la différence de la HAS qui ne tient compte que de ce schéma.

Ensuite, le niveau de preuve peut être diminué par 5 facteurs<sup>16</sup> :

- le risque de biais
- l'hétérogénéité
- le caractère indirect
- l'imprécision des résultats
- le biais de publications

A l'inverse, 3 facteurs peuvent augmenter le niveau de preuve :

- la force de l'association
- le gradient dose-réponse
- les facteurs de confusion

---

<sup>16</sup> Site internet [bestpractice.bmj.com](http://bestpractice.bmj.com), section What is GRADE ?, consulté en avril 2022

Le tableau donnant les pondérations des différents facteurs [61] est disponible en *Annexe 6*.

Toutes les études incluses qui ont permis d'apporter des données concernant les deux critères de jugement de cette revue sont des essais cliniques randomisés, avec le plus haut niveau de preuve. Mais après analyse, le niveau a été « dégradé » en raison d'un risque de biais important (de sélection, de suivi) comme énoncé précédemment dans la partie 3.2.2 « *Synthèses des biais retrouvés* », mais également face à l'hétérogénéité des résultats et encore l'imprécision due à de petits échantillons et des intervalles de confiance étendus.

Ainsi même si les ECR inclus dans cette revue ont un niveau de preuve élevé, la qualité des preuves concernant les critères de jugement « fonction motrice » et « force » est considérée comme « très faible » dans le cadre de cette revue de littérature.

Le niveau « très faible » correspondant à « très peu confiance en l'effet estimé » : l'effet réel est très probablement très différent de l'effet estimé.

Néanmoins, d'après le grade des recommandations de la HAS, comme tous les articles inclus étaient des essais contrôlés randomisés de faible puissance, cette revue de littérature correspond au grade B niveau 2.

### 4.3 [Analyse de l'applicabilité des résultats](#)

Comme les études cliniques analysées ont pour but de déterminer l'efficacité d'un traitement sur un échantillon de patients, il ne faut pas oublier, avant de le mettre en pratique sur une population plus vaste, de confronter ses éventuels bénéfices aux contraintes ou aux risques qu'il pourrait engendrer.

#### 4.3.1 [Coût \(financier, contraintes\) pour le patient](#)

La thérapie miroir a pour principale contrainte, le fait que le patient doit rester très concentré lors de la séance ; en effet il doit imaginer que sa main non-plégique est en fait sa main plégique. La thérapie miroir exige donc une attention visuelle soutenue sur l'illusion du miroir. L'enfant doit alors faire preuve d'une certaine maturité.

Cette nécessité de concentration impose des séances courtes, ce qui entraîne un faible dosage à la différence d'autres thérapies plus intensives.

De plus, il s'agit d'exercices répétitifs, sans caractère ludique, qui peuvent s'avérer lassants pour des enfants. On peut donc se demander si ce genre de thérapie qui a fait ses preuves chez les adultes[85], est vraiment adapté aux enfants.

Cependant, le fait que ce soit une thérapie reproductible à la maison avec les parents (comme dans l'étude *Bruchez et al.* [71]) peut permettre d'accroître la fréquence des séances. Dans ce cas, la famille devra se procurer une boîte à miroir relativement peu onéreuse (les premiers prix commencent à 50 euros) voire en fabriquer une, comme décrit dans la méthode de certaines de nos études.

### 4.3.2 [Coût \(financier, temporel, matériel\) pour le thérapeute](#)

Pour les kinésithérapeutes, la mise en place de la thérapie miroir est simple, peu contraignante, et ne nécessite en soi aucune formation particulière pour son application.

La thérapie miroir est financièrement accessible ; nous venons de relever qu'elle ne nécessitait qu'un équipement peu sophistiqué et donc peu coûteux auquel on peut ajouter de petits objets pour effectuer les exercices (balles, etc), en général déjà présents dans un cabinet de kinésithérapie.

Il s'agit de séances courtes ; cependant, comme le confirme la HAS [25], il s'agit d'une méthode qui doit être associée à une thérapie conventionnelle. L'enfant se retrouve alors contraint de faire des séances de thérapie miroir en plus du reste de sa rééducation, ce qui alourdit l'emploi du temps de l'enfant et du thérapeute.

Enfin, même si aucune étude ne l'a utilisé ici, il faut savoir que la thérapie miroir peut également être effectuée à l'aide de dispositifs plus élaborés comme le système IVS3 (Intensive Visual Simulation) de la marque Dessintey : il offre l'avantage, par rapport à la thérapie miroir classique avec une boîte à miroir, d'une installation plus confortable, plus favorable à l'illusion, d'une plus grande inclusion de patients, d'un suivi intégré du contenu des séances et des progrès des patients, et permet d'éviter la complexité de la double tâche motrice, etc... Son prix est cependant radicalement différent, s'élevant à plusieurs dizaines de milliers d'euros.

### 4.3.3 [Effets secondaires indésirables](#)

Dans les études analysées, aucun effet indésirable n'a été évoqué par les auteurs. Les séances ont été bien supportées par les enfants et ne présentent pas de risque notable.

De plus il faut noter que ce traitement ne procure pas de douleurs.

## 4.4 [Limites et biais du travail](#)

### 4.4.1 [Limites potentielles](#)

Il existe plusieurs limites à ce travail.

Tout d'abord, peut-être la recherche d'études n'a-t-elle pas été assez complète, en choisissant de limiter les investigations aux 4 bases de données les plus importantes mais également en raison de la difficulté d'avoir la meilleure équation de recherche possible permettant de limiter le bruit et le silence. Aucune sélection ne peut être exhaustive, mais des études pertinentes ont pu nous échapper.

En conséquence, un faible nombre d'études ont été incluses, seulement 6, ce qui entraîne une puissance statistique trop faible, avec des résultats peu précis et parfois même non exploitables ; les résultats ne sont donc pas représentatifs de la population.

De plus, le fait de ne sélectionner que des articles en anglais peut induire des biais de compréhension, des erreurs d'analyse ou de traduction. Nous avons pu passer à côté d'autres données. Aucun article en français ou en espagnol n'a été retenu.

Comme vu précédemment, il existe une grande hétérogénéité des études incluses, notamment au regard des outils de mesure utilisés, ce qui ne facilite pas l'émergence de conclusions fiables.

Rappelons, que l'ensemble de la revue, de l'élaboration de la question de recherche, le choix des mots-clés, à l'interprétation, n'a été effectué que par un seul évaluateur, peu expérimenté, car c'est son premier travail de ce genre ; cela engendre inévitablement des biais de sélection et d'interprétation.

#### 4.4.2 Biais potentiels

Pour évaluer la qualité méthodologique de cette revue de littérature, la grille de lecture standardisée AMSTAR-2 [86] a été utilisée. Pour en faciliter la compréhension, nous nous sommes appuyés sur la traduction française disponible en *Annexe 8*. [87]

AMSTAR a été développée pour permettre l'évaluation des revues systématiques d'études randomisées et non randomisées d'interventions en soins de santé. Il s'agit d'un outil permettant de réaliser des évaluations rapides et reproductibles de la qualité de la conduite des revues systématiques d'essais contrôlés randomisés, à l'usage des professionnels de santé et des décideurs politiques qui n'ont pas nécessairement une formation avancée en épidémiologie.

AMSTAR-2 est une révision de AMSTAR datant de 2007. Il conserve les 10 domaines d'origines et est composé de 16 items (contre 11 dans AMSTAR original). Il possède cependant des catégories de réponse plus simple que l'original, avec un guide d'utilisation plus complet.

A chaque item il est possible de répondre soit par « oui », soit « partiellement oui » ou « non ». Cependant AMSTAR 2 n'est pas destiné à générer une note globale.

Tableau 21 : Tableau d'évaluation des risques de biais de la revue à l'aide de la grille AMSTAR-2

Items	Intitulés	Réponses	Commentaires
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?	OUI	Les données sont disponibles dans la sous-partie « 2.1 Critères d'éligibilité des études pour cette revue »
2	Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?	Partiellement OUI	La question de recherche, la stratégie de recherche, les critères d'inclusion et d'exclusion et l'évaluation des risques de biais ont été déterminés avant la conduite de la revue, sans faire l'objet d'un enregistrement au préalable
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?	OUI	Le schéma d'études le plus adapté pour répondre à ce type de question est les essais contrôlés randomisés, cf partie « 2.2.2 Schéma d'étude »
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?	Partiellement OUI	Plusieurs sources ont été interrogées : PubMed, PEDro, Cochrane Library, Semantic Scholar Cependant pas de recherche dans la littérature grise.
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?	NON	Etant donné que cette revue est le résultat d'un mémoire de fin d'études, la sélection des données a été opérée de façon individuelle
6	Les auteurs ont-ils effectuée en double l'extraction des données ?	NON	Idem que pour l'item 5, de façon individuelle
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?	Partiellement OUI	Uniquement les études lues intégralement, cf Tableau n°4
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?	OUI	Cf le tableau n°5 général et les tableaux récapitulatifs en Annexe 4. Les données des études incluses : population, intervention, comparateur, critère de jugement, design de l'étude
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?	OUI	L'échelle PEDro a été utilisée pour évaluer le risque de biais de chaque étude incluse.

10	Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?	NON	Pas notifié dans la revue
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?	/	Pas de méta-analyse effectuée
12	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?	/	Pas de méta-analyse effectuée
13	Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ?	OUI	
14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?	OUI	Cf partie « 4.2.1 Hétérogénéités et limites »
15	S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?	/	Pas de synthèse quantitative. De plus aucun outil graphique ou statistique n'a été utilisés pour évaluer un éventuel risque de biais
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?	OUI	Dans le cadre de cette revue de littérature, aucun conflit d'intérêt, ni aucune source de financement, ne sont à déclarer. Cf partie « 4.5 Conflits d'intérêts »

La description en détail de chaque item est disponible en Annexe 9.

L'échelle AMSTAR nous permet de mettre en évidence les biais de cette revue :

- La rédaction, la réalisation des recherches, la sélection des articles, ainsi que l'extraction des données n'ont été effectuées que par un seul auteur (*items 5,6*). La réalisation de ces étapes en double aurait donné plus d'ampleur et de justesse aux résultats de notre recherche. Cependant, s'agissant d'une revue élaborée en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat en Masso-Kinésithérapie, cette condition n'était pas réalisable.
- Les sources de financement des auteurs pour chaque étude n'ont pas été recherchées, et l'on sait qu'elles peuvent parfois affecter la fiabilité de leurs conclusions (*item 10*)
- Même si la méthode de la revue a été établie avant de la conduire, aucune déclaration au préalable n'a été publiée. (*item 2*)
- L'insuffisance de valeurs statistiques et l'hétérogénéité des issues cliniques nous ont contraints à une analyse qualitative sans méta-analyse. (*item 11 et 12*)
- La littérature grise n'a pas été explorée. (*item 4*)
- Les exclusions n'ont été justifiés que pour les articles lus en intégralité. (*item 7*).

#### 4.5 Conflits d'intérêts

Je déclare ne pas avoir de conflit d'intérêt et n'avoir bénéficié d'aucun financement concernant la rédaction de cette revue de littérature.

## 5 Conclusion

Cette revue de littérature avait pour objectif de déterminer l'intérêt de l'utilisation de la thérapie miroir et notamment quel pouvait être son effet sur la fonction motrice et la force du membre supérieur parétique d'enfants atteints de paralysie cérébrale unilatérale.

### 5.1 Implication pour la pratique clinique

L'hétérogénéité des échantillons, des protocoles, des échelles, la présence de biais ainsi que le manque d'études, ont mis en évidence que la réponse à notre question clinique était délicate.

La réponse semble être que la thérapie miroir a un effet positif sur la fonction motrice du membre supérieur parétique. Cependant les résultats n'étaient significatifs que dans certaines études, et la largeur des intervalles de confiance à 95% ne permettent pas de savoir si ces résultats peuvent être appliqués à une population plus large. Notons toutefois qu'aucune étude n'a montré d'effets délétères.

Cette revue ne nous a pas permis de mettre en lumière un protocole optimal de thérapie miroir. Cependant la thérapie miroir reste une technique potentiellement facile à mettre en place et peu onéreuse qu'il semble intéressant d'explorer. Cependant il faut trouver des moyens pour la rendre ludique et attractive notamment chez les enfants paralysés cérébraux qui vont suivre des séances de rééducation toute leur vie.

Toutefois il paraît évident que cette thérapie se doit d'être associée à d'autres techniques. En effet, pendant l'écriture de cette revue, les recommandations de bonnes pratiques de la HAS concernant la PC ont été publiées, et nous arrivons à la même conclusion en raison du manque de preuves : la thérapie miroir peut être actuellement proposée de manière associée à de la rééducation conventionnelle mais pas isolément, il ne s'agit donc pas d'intervention prioritaire.

### 5.2 Implication pour la recherche

Lors du début de l'écriture de cette revue, comme précisé supra les recommandations de la HAS n'avaient pas encore été publiées et la dernière revue de littérature à propos de la thérapie miroir chez les enfants paralysés cérébraux était celle de *Park* datant de 2016 [60], reprise ensuite dans la revue de *Novak* en 2019 [24]. Or entretemps des essais contrôlés randomisés avaient été publiés.

Toutes les limites de cette revue suggèrent l'importance de mener d'autres études, avec une qualité de preuve supérieure, ce qui implique d'obtenir davantage de résultats.

Il convient également d'étudier l'effet de la thérapie miroir sur d'autres paramètres, tels que la sensibilité, la proprioception, la douleur ou encore le membre inférieur. Il serait intéressant de coupler ces recherches à de l'imagerie cérébrale et de les mettre en parallèle. D'après les résultats de l'étude de *Grunt et al.*[88], il existe « des preuves neurophysiologiques soutenant l'application de la thérapie miroir chez certains enfants et adolescents hémiparétiques. »

On pourrait également tester ce traitement sur une population plus large, par exemple avant 5 ans ; en effet, en soutenant l'idée qu'en agissant dès le plus jeune âge, on puisse solliciter la plasticité cérébrale de manière intensive, il faudrait alors étudier l'intervention sur des âges différents.

De même il serait intéressant d'analyser l'effet sur le long terme et donc de faire des études avec un suivi.

De nombreuses recherches sont donc à mener dans le but de définir les modalités d'utilisation précises de cette intervention et sa place.

## 6 Bibliographie

- [1] Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M. A report : the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2007;49:8–14. <https://doi.org/10.1111/J.1469-8749.2007.TB12610.X>.
- [2] Chabrier S, Pouyfaucou M, Chatelin A, Bleyenheuft Y, Fluss J, Gautheron V, et al. From congenial paralysis to post-early brain injury developmental condition: Where does cerebral palsy actually stand? *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 2020;63:431–8. <https://doi.org/10.1016/J.REHAB.2019.07.003>.
- [3] Organisation Mondiale de la Santé. Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé. 2001.
- [4] Heran F, Gastal A. Présentation du handicap, déficit et incapacité : exemple de la paralysie cérébrale (PC). *J Radiol* 2010;91:1352–9. [https://doi.org/10.1016/S0221-0363\(10\)70215-8](https://doi.org/10.1016/S0221-0363(10)70215-8).
- [5] Basu AP, Clowry G. Improving outcomes in cerebral palsy with early intervention : new translational approaches. *Frontiers in Neurology* 2015;6:00024. <https://doi.org/10.3389/FNEUR.2015.00024>.
- [6] Stavsky M, Mor O, Mastrolia SA, Greenbaum S, Than NG, Erez O. Cerebral Palsy - Trends in Epidemiology and Recent Development in Prenatal Mechanisms of Disease, Treatment, and Prevention. *Frontiers in Pediatrics* 2017;5:1. <https://doi.org/10.3389/FPED.2017.00021>.
- [7] Krägeloh-Mann I, Cans C. Cerebral palsy update. *Brain and Development* 2009;31:537–44. <https://doi.org/10.1016/j.braindev.2009.03.009>.
- [8] Sadowska M, Sarecka-Hujar B, Kopyta I. Cerebral Palsy: Current Opinions on Definition, Epidemiology, Risk Factors, Classification and Treatment Options. *Neuropsychiatr Dis Treat* 2020;16:1505–18. <https://doi.org/10.2147/NDT.S235165>.
- [9] Trusculli D, de Barbot F, Bernardeau C, Cataix-Nègre E, Guillot I, Khouri N, et al. Comprendre la paralysie cérébrale et les troubles associées : évaluations et traitements. 2nd ed. 2017.
- [10] Cans C, Guillem, Baille F, Arnaud C, Chalmers J, Cussen G, et al. Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2000;42:816–24. <https://doi.org/10.1111/J.1469-8749.2000.TB00695.X>.
- [11] Fondation Paralysie Cérébrale. Le livre blanc de la paralysie cérébrale. 2021.
- [12] Graham HK, Rosenbaum P, Paneth N, Dan B, Lin JP, Damiano DL, et al. Cerebral palsy. *Nature Reviews Disease Primers* 2016;2. <https://doi.org/10.1038/NRDP.2015.82>.
- [13] Savelli M, Pinard J-M. Actualités dans la paralysie cérébrale. *La Lettre Du Neurologue* 2014;18:234–8.
- [14] McIntyre S, Morgan C, Walker K, Novak I. Cerebral Palsy-Don't Delay. *Developmental Disabilities Research Reviews* 2011;17:114–29. <https://doi.org/10.1002/DDRR.1106>.
- [15] Novak I, Hines M, Goldsmith S, Barclay R. Clinical Prognostic Messages From a Systematic Review on Cerebral Palsy. *Pediatrics* 2012;130:1285–311. <https://doi.org/10.1542/PEDS.2012-0924>.
- [16] Herskind A, Greisen G, Nielsen JB. Early identification and intervention in cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2015;57:29–36. <https://doi.org/10.1111/DMCN.12531>.

- [17] Boychuck Z, Andersen J, Fehlings D, Kirton A, Oskoui M, Shevell M, et al. Current Referral Practices for Diagnosis and Intervention for Children with Cerebral Palsy: A National Environmental Scan. *J Pediatr* 2020;216:173–80. <https://doi.org/10.1016/J.JPEDS.2019.09.035>.
- [18] Novak I, Morgan C, Adde L, Blackman J, Boyd RN, Brunstrom-Hernandez J, et al. Early, Accurate Diagnosis and Early Intervention in Cerebral Palsy: Advances in Diagnosis and Treatment. *JAMA Pediatr* 2017;171:897–907. <https://doi.org/10.1001/JAMAPEDIATRICS.2017.1689>.
- [19] Michael-Asalu A, Taylor G, Campbell H, Lelea LL, Kirby RS. Cerebral Palsy: Diagnosis, Epidemiology, Genetics, and Clinical Update. *Adv Pediatr* 2019;66:189–208. <https://doi.org/10.1016/J.YAPD.2019.04.002>.
- [20] McIntyre S, Taitz D, Keogh J, Goldsmith S, Badawi N, Blair E. A systematic review of risk factors for cerebral palsy in children born at term in developed countries. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2013;55:499–508. <https://doi.org/10.1111/DMCN.12017>.
- [21] Hoare BJ, Wallen MA, Thorley MN, Jackman ML, Carey LM, Imms C. Constraint-induced movement therapy in children with unilateral cerebral palsy. *Cochrane Database Syst Rev* 2019;4. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004149.PUB3>.
- [22] Ouyang RG, Yang CN, Qu YL, Koduri MP, Chien CW. Effectiveness of hand-arm bimanual intensive training on upper extremity function in children with cerebral palsy: A systematic review. *Eur J Paediatr Neurol* 2020;25:17–28. <https://doi.org/10.1016/J.EJPN.2019.12.017>.
- [23] Novak I, McIntyre S, Morgan C, Campbell L, Dark L, Morton N, et al. A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2013;55:885–910. <https://doi.org/10.1111/DMCN.12246>.
- [24] Novak I, Morgan C, Fahey M, Finch-Edmondson M, Galea C, Hines A, et al. State of the Evidence Traffic Lights 2019: Systematic Review of Interventions for Preventing and Treating Children with Cerebral Palsy. *Current Neurology and Neuroscience Reports* 2020;20. <https://doi.org/10.1007/S11910-020-1022-Z>.
- [25] HAS. Recommandation de Bonne Pratique - Rééducation et réadaptation de la fonction motrice de l'appareil locomoteur des personnes diagnostiquées de paralysie cérébrale - Argumentaire. 2021.
- [26] Sakzewski L, Ziviani J, Boyd RN. Efficacy of Upper Limb Therapies for Unilateral Cerebral Palsy : A Meta-analysis. *Pediatrics* 2014;133:175–204. <https://doi.org/10.1542/PEDS.2013-0675>.
- [27] Novak I. Evidence-Based Diagnosis, Health Care, and Rehabilitation for Children With Cerebral Palsy. *J Child Neurol* 2014;29:1141–56. <https://doi.org/10.1177/0883073814535503>.
- [28] Roberta B. Shepherd. Cerebral palsy in infancy : targeted activity to optimize early growth and development. 2014.
- [29] Colver AF, Dickinson HO. Study protocol : determinants of participation and quality of life of adolescents with cerebral palsy : a longitudinal study (SPARCLE2). *BMC Public Health* 2010;10:280. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-10-280>.
- [30] Coluccini M, Maini ES, Martelloni C, Sgandurra G, Cioni G. Kinematic characterization of functional reach to grasp in normal and in motor disabled children. *Gait & Posture* 2007;25:493–501. <https://doi.org/10.1016/J.GAITPOST.2006.12.015>.
- [31] Ferre CL, Carmel JB, Flamand VH, Gordon AM, Friel KM. Anatomical and Functional Characterization in Children With Unilateral Cerebral Palsy: An Atlas-Based Analysis. *Neurorehabil Neural Repair* 2020;34:148–58. <https://doi.org/10.1177/1545968319899916>.

- [32] Reid LB, Rose SE, Boyd RN. Rehabilitation and neuroplasticity in children with unilateral cerebral palsy. *Nature Reviews Neurology* 2015;11:390–400. <https://doi.org/10.1038/NRNEUROL.2015.97>.
- [33] Berlucchi G, Buchtel HA. Neuronal plasticity: historical roots and evolution of meaning. *Experimental Brain Research* 2008;192:307–19. <https://doi.org/10.1007/S00221-008-1611-6>.
- [34] Cramer SC, Sur M, Dobkin BH, Sanger TD, Trojanowski JQ, Rumsey JM, et al. Harnessing neuroplasticity for clinical applications. *A Journal of Neurology* 2011;15:1591–609. <https://doi.org/10.1093/brain/awr039>.
- [35] von Bernhardi R, Eugén-Von Bernhardi L, Eugén J. What Is Neural Plasticity? *Advances in Experimental Medicine and Biology* 2017;1015:1–15. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-62817-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-62817-2_1).
- [36] Erzurumlu RS, Gaspar P. Development and critical period plasticity of the barrel cortex. *The European Journal of Neuroscience* 2012;35:1540–1533. <https://doi.org/10.1111/J.1460-9568.2012.08075.X>.
- [37] Espinosa JS, Stryker MP. Development and Plasticity of the Primary Visual Cortex. *Neuron* 2012;75:230–49. <https://doi.org/10.1016/J.NEURON.2012.06.009>.
- [38] Power JD, Schlaggar BL. Neural plasticity across the lifespan. *Wiley Interdisciplinary Reviews Developmental Biology* 2017;6. <https://doi.org/10.1002/WDEV.216>.
- [39] Vidal C. La plasticité cérébrale : une révolution en neurobiologie. *Spirale* 2012;63:17–22. <https://doi.org/10.3917/SPI.063.0017>.
- [40] Wittenberg GF. Neural plasticity and treatment across the lifespan for motor deficits in cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2009;51:130–3. <https://doi.org/10.1111/J.1469-8749.2009.03425.X>.
- [41] Dinomais M. Réorganisation du cortex sensori-moteur après lésion cérébrale précoce unilatérale : cas de l'hémiplégie cérébrale infantile. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 2011;54:e190. <https://doi.org/10.1016/J.REHAB.2011.07.420>.
- [42] Dinomais M, Hertz-Pannier L, Nguyen The Tich S. Réorganisation du cortex sensorimoteur dans le cadre de la paralysie cérébrale unilatérale : apports des neurosciences. *Motricité Cérébrale : Réadaptation, Neurologie Du Développement* 2014;35:3–14. <https://doi.org/10.1016/J.MOTCER.2013.12.001>.
- [43] Kuhnke N, Juenger H, Walther M, Berweck S, Mall V, Staudt M. Do patients with congenital hemiparesis and ipsilateral corticospinal projections respond differently to constraint-induced movement therapy? *Dev Med Child Neurol* 2008;50:898–903. <https://doi.org/10.1111/J.1469-8749.2008.03119.X>.
- [44] Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, Fogassi L. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Brain Res Cogn Brain Res* 1996;3:131–41. [https://doi.org/10.1016/0926-6410\(95\)00038-0](https://doi.org/10.1016/0926-6410(95)00038-0).
- [45] Rizzolatti G, Fogassi L, Gallese V. Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. *Nat Rev Neurosci* 2001;2:661–70. <https://doi.org/10.1038/35090060>.
- [46] Rizzolatti G. The mirror neuron system and its function in humans. *Anat Embryol* 2005;210:419–21. <https://doi.org/10.1007/S00429-005-0039-Z>.
- [47] Hamilton AF de C, Brindley RM, Frith U. Imitation and action understanding in autistic spectrum disorders: How valid is the hypothesis of a deficit in the mirror neuron system? *Neuropsychologia* 2007;45:1859–68. <https://doi.org/10.1016/J.NEUROPSYCHOLOGIA.2006.11.022>.

- [48] Ramachandran VS. Phantom Limbs, Neglect Syndromes, Repressed Memories, And Freudian Psychology. *International Review of Neurobiology* 1994;37:291–333. [https://doi.org/10.1016/S0074-7742\(08\)60254-8](https://doi.org/10.1016/S0074-7742(08)60254-8).
- [49] Altschuler EL, Wisdom SB, Stone L, Foster C, Galasko D, Llewellyn DME, et al. Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror. *The Lancet* 1999;353:2035–6. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(99\)00920-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(99)00920-4).
- [50] Dohle C, Püllen J, Nakaten A, Küst J, Rietz C, Karbe H. Mirror Therapy Promotes Recovery From Severe Hemiparesis : A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 2009;23:209–17. <https://doi.org/10.1177/1545968308324786>.
- [51] Sütbeyaz S, Yavuzer G, Sezer N, Koseoglu BF. Mirror Therapy Enhances Lower-Extremity Motor Recovery and Motor Functioning After Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:555–9. <https://doi.org/10.1016/J.APMR.2007.02.034>.
- [52] 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. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2008;89:393–8. <https://doi.org/10.1016/J.APMR.2007.08.162>.
- [53] Thieme H, Mehrholz J, Pohl M, Behrens J, Dohle C. Mirror therapy for improving motor function after stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews* 2012. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008449.PUB2>.
- [54] Karmarkar A, Lieberman I. Mirror box therapy for complex regional pain syndrome. *Anaesthesia* 2006;61:412–3. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2044.2006.04605.X>.
- [55] Moseley G. Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome: a randomised controlled trial. *Pain* 2004;108:192–8. <https://doi.org/10.1016/J.PAIN.2004.01.006>.
- [56] Fanfano L, Boudrahem S. Le concept de thérapie miroir : comment favoriser son utilisation dans la pratique clinique courante pour la rééducation du membre inférieur hémiparétique ? *Kinésithérapie Scientifique* 2017;590:11–8.
- [57] Habert B, Quesnot A. Les techniques de leurre cognitif : les VMT et les mouvements imagés à l'aide d'un miroir (2e partie). *Kinésithérapie Scientifique* 2013;541:55–8.
- [58] Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D. Sensations referred to a patient's phantom arm from another subjects intact arm: Perceptual correlates of mirror neurons. *Medical Hypotheses* 2008;70:1233–4. <https://doi.org/10.1016/J.MEHY.2008.01.008>.
- [59] Casale R, Damiani C, Rosati V. Mirror Therapy in the Rehabilitation of Lower-Limb Amputation. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* 2009;88:837–42. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e3181b74698>.
- [60] Park EJ, Baek SH, Park S. Systematic review of the effects of mirror therapy in children with cerebral palsy. *Journal of Physical Therapy Science* 2016;28:3227–31. <https://doi.org/10.1589/JPTS.28.3227>.
- [61] HAS. *Etats des lieux - Niveaux de preuve et gradation des recommandations de bonnes pratiques*. 2013.
- [62] Bonnechère B, Wermenbol V, Dan B, Degelaen M, Salvia P, Rooze M, et al. Clinical examination of children with cerebral palsy: Is there a consensus between clinicians? *Revue Médicale de Bruxelles* 2013;34:70–8.

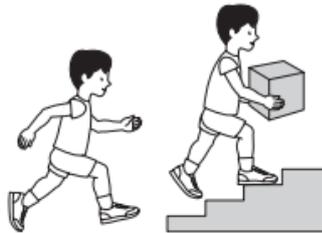
- [63] Bellace J v., Healy D, Besser MP, Byron T, Hohman L. Validity of the Dexter Evaluation System's Jamar Dynamometer Attachment for Assessment of Hand Grip Strength in a Normal Population. *Journal of Hand Therapy* 2000;13:46–51. [https://doi.org/10.1016/S0894-1130\(00\)80052-6](https://doi.org/10.1016/S0894-1130(00)80052-6).
- [64] Gedda M. Traduction française des lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses. *Kinesithérapie La Revue* 2015;15:39–44. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2014.11.006>.
- [65] Elanchezian C, Swarna Kumari P. Mirror therapy to improve hand function in spastic cerebral palsy children. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences* 2019.
- [66] Gaillard F, Samson E, Rauscent H, Bonan I. Investigations of the effects of mirror therapy in children with unilateral cerebral palsy. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 2018;61:e314–5. <https://doi.org/10.1016/J.REHAB.2018.05.733>.
- [67] Gyax MJ, Schneider P, Newman CJ. Mirror therapy in children with hemiplegia: a pilot study. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2011;53:473–6. <https://doi.org/10.1111/J.1469-8749.2011.03924.X>.
- [68] Mohamed RA, Yousef AM, Radwan NL, Ibrahim MM. Efficacy of different approaches on quality of upper extremity function, dexterity and grip strength in hemiplegic children: a randomized controlled study. *European Review for Medical Andd Pharmacological Sciences* 2021;25:5412–23.
- [69] Nour AAA, Saleh MG, Elnagmy EH. Impact of Combining Mirror Therapy and Habit On Hand Grip Strength in Children with Hemiparesis. *International Journal of Physiotherapy* 2016;3:460–8. <https://doi.org/10.15621/ijphy/2016/v3i4/111055>.
- [70] Palomo-Carrión R, Zuil-Escobar JC, Cabrera-Guerra M, Barreda-Martínez P, Martínez-Cepa CB. Mirror Therapy and Action Observation Therapy to Increase the Affected Upper Limb Functionality in Children with Hemiplegia: A Randomized Controlled Trial Protocol. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021;18:1–10. <https://doi.org/10.3390/IJERPH18031051>.
- [71] Bruchez R, Jequier Gyax M, Roches S, Fluss J, Jacquier D, Ballabeni P, et al. Mirror therapy in children with hemiparesis: a randomized observer-blinded trial. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2016;58:970–8. <https://doi.org/10.1111/DMCN.13117>.
- [72] Elsepae MI, Elhadidy EI, Emara HAA-M, Nawar EAE. Effect of mirror visual feedback on hand functions in children with hemiparesis. *International Journal of Physiotherapy* 2016;3:147–53.
- [73] Emara HAA-M, el Negamy TE. Effect of Mirror Visual Feedback on Upper Extremity Function and Wrist Proprioception in Cerebral Palsy Children with Hemiparesis. *International Journal of Neurologic Physical Therapy* 2017;3:28–34. <https://doi.org/10.11648/J.IJNPT.20170304.12>.
- [74] Farzamfar P, Heirani A, Sedighi M. The Effect of Motor Training in Mirror Therapy on Gross Motor Skills of the Affected Hand in Children With Hemiplegia. *Iranian Rehabilitation Journal* 2017;15:243–8. <https://doi.org/10.29252/NRIP.IRJ.15.3.243>.
- [75] Kara OK, Yardimci BN, Sahin S, Orhan C, Livanelioglu A, Soylu AR. Combined Effects of Mirror Therapy and Exercises on the Upper Extremities in Children with Unilateral Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Dev Neurorehabil* 2019;23:253–64. <https://doi.org/10.1080/17518423.2019.1662853>.
- [76] Narimani A, Kalantari M, Dalvand H, Tabatabaee SM. Effect of Mirror Therapy on Dexterity and Hand Grasp in Children Aged 9-14 Years with Hemiplegic Cerebral Palsy. *Iranian Journal of Child Neurology* 2019;13:135–42. <https://doi.org/10.22037/ijcn.v13i4.20354>.

- [77] Dematteo C, Law M, Russell D, Pollock N, Rosenbaum P, Walter S. The reliability and validity of the quality of upper extremity skills test. *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics* 1993;13:1–18. [https://doi.org/10.1080/J006V13N02\\_01](https://doi.org/10.1080/J006V13N02_01).
- [78] Liang KJ, Chen HL, Shieh JY, Wang TN. Measurement properties of the box and block test in children with unilateral cerebral palsy. *Sci Rep* 2021;11. <https://doi.org/10.1038/S41598-021-00379-3>.
- [79] Spirtos M, O’Mahony P, Malone J. Interrater reliability of the Melbourne Assessment of Unilateral Upper Limb Function for children with hemiplegic cerebral palsy. *Am J Occup Ther* 2011;65:378–83. <https://doi.org/10.5014/AJOT.2011.001222>.
- [80] Wang HH, Liao HF, Hsieh CL. Reliability, sensitivity to change, and responsiveness of the peabody developmental motor scales-second edition for children with cerebral palsy. *Phys Ther* 2006;86:1351–9. <https://doi.org/10.2522/PTJ.20050259>.
- [81] Penta M, Thonnard J-L. ABILHAND-Kids: A measure of manual ability in children with cerebral palsy 2004. <https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000138423.77640.37>.
- [82] Carswell A, McColl MA, Baptiste S, Law M, Polatajko H, Pollock N. The Canadian Occupational Performance Measure: a research and clinical literature review. *Canadian Journal of Occupational Therapy Revue Canadienne d’ergotherapie* 2004;71:210–22. <https://doi.org/10.1177/000841740407100406>.
- [83] Dekkers KJFM, Rameckers EAA, Smeets RJEM, Janssen-Potten YJM. Upper extremity strength measurement for children with cerebral palsy: a systematic review of available instruments. *Phys Ther* 2014;94:609–22. <https://doi.org/10.2522/PTJ.20130166>.
- [84] Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Falck-Ytter Y, Alonso-Coello P, et al. GRADE: An emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ* 2008;336:924–6. <https://doi.org/10.1136/BMJ.39489.470347.AD>.
- [85] Thieme H, Morkisch N, Mehrholz J, Pohl M, Behrens J, Borgetto B, et al. Mirror therapy for improving motor function after stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews* 2018;2018. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008449.PUB3>.
- [86] Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku1 M, Hamel C, Moran J, et al. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ* 2017;358:4008. <https://doi.org/10.1136/bmj.j4008>.
- [87] Pallot A, Rostagno S. AMSTAR-2: French translation of the methodological quality scale for systematic literature review. *Kinesitherapie* 2021;21:13–4. <https://doi.org/10.1016/J.KINE.2019.12.050>.
- [88] Grunt S, Newman CJ, Saxer S, Steinlin M, Weisstanner C, Kaelin-Lang A. The Mirror Illusion Increases Motor Cortex Excitability in Children With and Without Hemiparesis. *Neurorehabil Neural Repair* 2017;31:280–9. <https://doi.org/10.1177/1545968316680483>.
- [89] DeMatteo C, Law M, Russell D, Pollock N, Rosenbaum P, Walter S. QUEST Quality of Upper Extremity Skills Test. 1992.

## 7 Annexes

### Annexe 1 : Classification GMFCS<sup>17</sup>

## GMFCS E & R between 6<sup>th</sup> and 12<sup>th</sup> birthday: Descriptors and illustrations



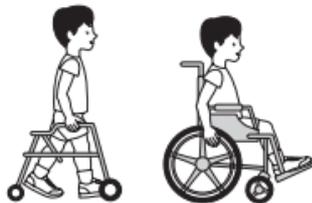
### GMFCS Level I

Children walk at home, school, outdoors and in the community. They can climb stairs without the use of a railing. Children perform gross motor skills such as running and jumping, but speed, balance and coordination are limited.



### GMFCS Level II

Children walk in most settings and climb stairs holding onto a railing. They may experience difficulty walking long distances and balancing on uneven terrain, inclines, in crowded areas or confined spaces. Children may walk with physical assistance, a hand-held mobility device or used wheeled mobility over long distances. Children have only minimal ability to perform gross motor skills such as running and jumping.



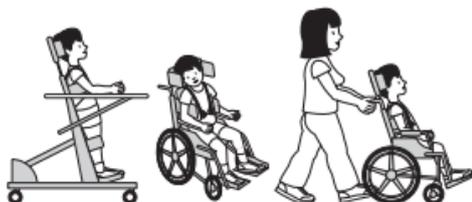
### GMFCS Level III

Children walk using a hand-held mobility device in most indoor settings. They may climb stairs holding onto a railing with supervision or assistance. Children use wheeled mobility when traveling long distances and may self-propel for shorter distances.



### GMFCS Level IV

Children use methods of mobility that require physical assistance or powered mobility in most settings. They may walk for short distances at home with physical assistance or use powered mobility or a body support walker when positioned. At school, outdoors and in the community children are transported in a manual wheelchair or use powered mobility.



### GMFCS Level V

Children are transported in a manual wheelchair in all settings. Children are limited in their ability to maintain antigravity head and trunk postures and control leg and arm movements.

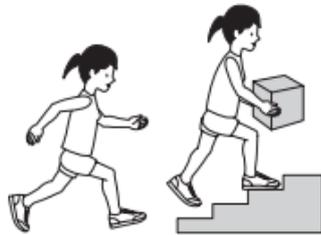
GMFCS descriptors: Palisano et al. (1997) Dev Med Child Neurol 39:214-23  
CanChild: www.canchild.ca

Illustrations Version 2 © Bill Reid, Kate Willoughby, Adrienne Harvey and Kerr Graham,  
The Royal Children's Hospital Melbourne ERC151050

<sup>17</sup> Site canchild.ca, section ressources, consulté en décembre 2021

Nb : il existe une version en français elle est cependant moins complète que celle en anglais

# GMFCS E & R between 12<sup>th</sup> and 18<sup>th</sup> birthday: Descriptors and illustrations



## GMFCS Level I

Youth walk at home, school, outdoors and in the community. Youth are able to climb curbs and stairs without physical assistance or a railing. They perform gross motor skills such as running and jumping but speed, balance and coordination are limited.



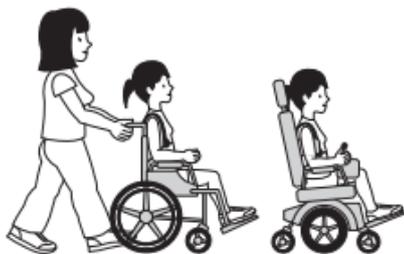
## GMFCS Level II

Youth walk in most settings but environmental factors and personal choice influence mobility choices. At school or work they may require a hand held mobility device for safety and climb stairs holding onto a railing. Outdoors and in the community youth may use wheeled mobility when traveling long distances.



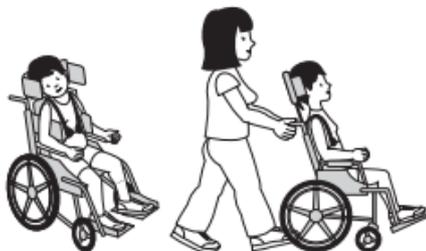
## GMFCS Level III

Youth are capable of walking using a hand-held mobility device. Youth may climb stairs holding onto a railing with supervision or assistance. At school they may self-propel a manual wheelchair or use powered mobility. Outdoors and in the community youth are transported in a wheelchair or use powered mobility.



## GMFCS Level IV

Youth use wheeled mobility in most settings. Physical assistance of 1-2 people is required for transfers. Indoors, youth may walk short distances with physical assistance, use wheeled mobility or a body support walker when positioned. They may operate a powered chair, otherwise are transported in a manual wheelchair.



## GMFCS Level V

Youth are transported in a manual wheelchair in all settings. Youth are limited in their ability to maintain antigravity head and trunk postures and control leg and arm movements. Self-mobility is severely limited, even with the use of assistive technology.



**Ce que vous devez savoir pour utiliser MACS?**

L'habilité de l'enfant à manipuler les objets dans les activités importantes de la vie quotidienne, par exemple pendant le jeu et les loisirs, l'alimentation et à l'habillement.

Dans lesquelles de ces situations l'enfant est autonome et à quel point a-t-elle besoin de support et d'adaptation.

- I. **Manipule les objets facilement et avec succès.** Au plus, a des limitations dans l'aisance à exécuter des tâches manuelles qui requièrent de la vitesse et de l'exactitude. Par contre, n'importe quelle limitation dans les habiletés manuelles ne restreint pas l'autonomie dans les activités quotidiennes.
- II. **Manipule la plupart des objets mais avec une certaine diminution de la qualité et/ou vitesse de complétion.** Certaines activités peuvent être évitées ou complétées mais avec une certaine difficulté; des façons alternatives de performance peuvent être utilisées, mais les habiletés manuelles ne restreignent habituellement pas l'autonomie dans les activités quotidiennes.
- III. **Manipule les objets avec difficulté; a besoin d'aide pour préparer et/ou modifier les activités.** La performance est lente et complétée avec un succès limité en ce qui concerne la qualité et la quantité. Les activités sont exécutées de façon autonome si elles ont été organisées préalablement ou adaptées.
- IV. **Manipule une sélection limitée d'objets faciles à utiliser dans des situations adaptées.** Exécute des parties d'activités avec effort et un succès limité. Requiert un support continu et de l'assistance et/ou de l'équipement adapté, même pour une réalisation partielle de l'activité.
- V. **Ne manipule pas les objets et a une habileté sévèrement limitée pour performer même des actions simples.** Requiert une assistante totale.

**Distinction entre les Niveaux I et II**

Les enfants dans le Niveau I peuvent avoir des limitations lors de la manipulation d'objets très petits, lourds ou des objets fragiles qui demandent un contrôle moteur fin détaillé, ou une coordination efficace entre les deux mains. Les limitations peuvent aussi être impliquées lors de situations nouvelles et non familières. Les enfants dans le Niveau II réussissent presque les mêmes activités que les enfants du Niveau I, mais la qualité de la performance est diminuée ou la performance est plus lente. Les différences fonctionnelles entre les mains peuvent limiter l'efficacité de la performance. Les enfants dans le Niveau II essaient fréquemment de simplifier la manipulation d'objets, par exemple en utilisant une surface pour le support plutôt que de manipuler les objets avec les deux mains.

**Distinction entre les Niveaux II et III**

Les enfants dans le Niveau II manipulent la plupart des objets, toutefois plus lentement ou avec une performance réduite en qualité. Les enfants du Niveau III ont régulièrement besoin d'aide pour préparer l'activité et/ou requièrent que des ajustements soient faits dans l'environnement vu que leur habileté à rejoindre ou à manipuler les objets est limitée. Ils ne peuvent pas compléter certaines activités et leur degré d'autonomie est relié au support du contexte environnemental.

**Distinction entre les Niveaux III et IV**

Les enfants du Niveau III peuvent exécuter des activités sélectionnées si la situation est pré-arrangée et si ils reçoivent de la supervision et beaucoup de temps. Les enfants du Niveau IV ont besoin d'aide continue pendant l'activité et peuvent au mieux participer de façon significative dans uniquement certaines parties de l'activité.

**Distinction entre les Niveaux IV et V**

Les enfants du Niveau IV exécutent une partie de l'activité, par contre, ils ont besoin d'aide continuellement. Les enfants du Niveau V peuvent au mieux participer avec un mouvement simple dans des situations spéciales, ex : en poussant un bouton ou occasionnellement en tenant des objets peu exigeants.

## **Échelle PEDro**

---

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

---

<sup>19</sup> Site [pedro.org.au](http://pedro.org.au), section pedro-scale, consulté en novembre 2021

#### Annexe 4 : Tableaux récapitulatifs des études incluses dans cette revue

Bruchez et al. 2016												
Mirror therapy in children with hemiparesis: a randomized observer-blinded trial												
<b>Durée de l'étude</b>	10 semaines (5 semaines de traitement)											
<b>Design de l'étude</b>	ECR											
<b>Population</b>	<p><u>Nombre de participants</u> : 90</p> <p><u>Forme clinique</u> : hémiparésie spastique affectant le membre supérieur (dont 77 PC + 11 AVC après 2 ans + 2 traumatisme crânien après 2 ans)</p> <p><u>Coté hémi droit/gauche</u> : 52D, 38G</p> <p><u>Âge des participants</u> : 7 à 17 ans (moyenne 10,65)</p> <p><u>Ratio filles/garçons</u> : 40F/50G</p> <p><u>Critères d'inclusion des participants</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- diagnostiqué d'une hémiparésie spastique affectant le membre supérieur,</li> <li>- âgé entre 7 et 17 ans</li> </ul> <p><u>Critères d'exclusion des participants</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Age mental inférieur à 7 ans</li> <li>- Trouble déficitaire de l'attention/ hyperactivité, non traité</li> <li>- Déficiences visuelles non réfractives graves (ex : hémianopsie)</li> <li>- Chirurgie du membre supérieur ou injection de toxine botulique, et/ ou entraînement moteur incluant l'utilisation d'un miroir dans les 4 derniers mois précédents l'inclusion.</li> </ul>											
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Groupe expérimental</th> <th style="width: 50%;">Groupe contrôle</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N = 45</td> <td>N = 45</td> </tr> <tr> <td><u>Age</u> : 10,5</td> <td><u>Age</u> : 10,8</td> </tr> <tr> <td><u>Sexe</u> : 19F/26G</td> <td><u>Sexe</u> : 21F/24G</td> </tr> <tr> <td><u>Latéralité</u> : 28HD/17HG</td> <td><u>Latéralité</u> : 24HD/21HG</td> </tr> <tr> <td><u>Forme clinique</u> : 38 PC, 5 AVC, 2 TC</td> <td>39 PC, 6 AVC, 0 TC</td> </tr> </tbody> </table>	Groupe expérimental	Groupe contrôle	N = 45	N = 45	<u>Age</u> : 10,5	<u>Age</u> : 10,8	<u>Sexe</u> : 19F/26G	<u>Sexe</u> : 21F/24G	<u>Latéralité</u> : 28HD/17HG	<u>Latéralité</u> : 24HD/21HG	<u>Forme clinique</u> : 38 PC, 5 AVC, 2 TC
Groupe expérimental	Groupe contrôle											
N = 45	N = 45											
<u>Age</u> : 10,5	<u>Age</u> : 10,8											
<u>Sexe</u> : 19F/26G	<u>Sexe</u> : 21F/24G											
<u>Latéralité</u> : 28HD/17HG	<u>Latéralité</u> : 24HD/21HG											
<u>Forme clinique</u> : 38 PC, 5 AVC, 2 TC	39 PC, 6 AVC, 0 TC											
<b>Intervention</b>	<p><b>Thérapie miroir</b> à domicile → Regard de l'enfant porté sur le reflet du membre le moins affecté</p> <p>3 séries de 10 répétitions de 7 mouvements simultanés et symétriques des membres supérieurs :</p> <p>Les 7 exercices bimanuels symétriques =</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 exercices de motricité fine (pression doigt par doigt (pâte à modeler), pince pouce-index, presser une balle en éponge)</li> <li>- 1 exercice de mouvement du poignet (rotation du poignet)</li> <li>- 1 exercice de pronosupination</li> <li>- 2 exercices de mouvement d'épaule (antépulsion/rétropulsion d'épaule, et adduction/abduction d'épaule)</li> </ul> <p><b>+ Prise en charge habituelle</b></p> <p><u>Durée de la séance</u> : 15 minutes de thérapie miroir</p> <p><u>Nombre de séances par semaine</u> : 5 séances par semaine</p> <p><u>Durée du protocole</u> : 5 semaines</p>											
<b>Comparateur</b>	<p><b>Sans miroir</b> → regard porté sur le membre le plus affecté</p> <p>7 mêmes exercices bimanuels</p> <p><b>+ Prise en charge habituelle</b></p>											
<b>Critères de jugement et outils de mesure</b>	<p>Mesure des critères de jugement à J0, à 5 semaines, et à 10 semaines.</p> <p>Critères de jugement principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Force de préhension</u> → <b>dynamomètre pneumatique 30 psi</b></li> <li>- <u>Force de pincement</u> → <b>jauge de pincement de 30 lb</b></li> <li>- <u>Fonction du membre supérieur parétique</u> → <b>MA2</b> (amplitude des mouvements, précision de la prise, la dextérité de la prise et du relâchement, la manipulation et la fluidité des mouvements)</li> </ul> <p>Critères de jugement secondaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Utilisation du membre supérieur dans les AVQ</u> → <b>ABILHAND-Kids</b></li> <li>- <u>Fonction sensorielle</u> (sensibilité, proprioception) → <b>test de discrimination de 2 points</b></li> </ul>											

Elsepae et al. 2016		
Effect of mirror visual feedback on hand functions in children with hemiparesis		
<b>Durée de l'étude</b>	4 semaines	
<b>Design de l'étude</b>	ECR	
<b>Population</b>	<p><u>Nombre de participants</u> : 40</p> <p><u>Forme clinique de la paralysie cérébrale</u> : PC hémiparésique</p> <p><u>Côté hémi droit/gauche</u> : 9D/31G</p> <p><u>Âge des participants</u> : 5 à 7 ans (moyenne 5,7)</p> <p><u>Ratio filles/garçons</u> : 15F/25G</p> <p><u>Critères d'inclusion des participants</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agé entre 5 à 7 ans</li> <li>- Spasticité côté de 1 à 1+ selon l'échelle d'Ashworth modifiée</li> <li>- Capacité d'utiliser le membre supérieur déficient</li> <li>- Capacité de comprendre et suivre les commandes et instructions verbales incluses dans l'évaluation et l'entraînement</li> <li>- Absence de déformation fixés des deux membres supérieurs</li> </ul> <p><u>Critères d'exclusion des participants</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spasticité modérée et sévère</li> <li>- Déformations fixées des membres supérieurs</li> <li>- Retard mental</li> <li>- Douleur excessive dans le membre parétique</li> <li>- Troubles visuels et de la perception visuelle</li> </ul>	
	Groupe expérimental	Groupe contrôle
	<p>N = 20</p> <p><u>Age</u> : 5,7</p> <p><u>Sexe</u> : 8F/12G</p> <p><u>Latéralité</u> : 4HD/16HG</p>	<p>N = 20</p> <p><u>Age</u> : 5,7</p> <p><u>Sexe</u> : 7F/13G</p> <p><u>Latéralité</u> : 5HD/15HG</p>
<b>Intervention</b>	<p><b>Thérapie miroir</b></p> <p>→ Demander d'effectuer la tâche avec sa main non affectée en observant son reflet dans le miroir</p> <p>Les exercices unimanuels :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transfert de cubes d'un endroit à l'autre</li> <li>- Presser une balle en éponge</li> <li>- Dessiner un cercle</li> </ul> <p><b>Programme quotidien de kinésithérapie</b> pour améliorer les fonctions motrices globales et la motricité fine du membre supérieur hémi comme le groupe témoin (<i>cf comparateur</i>)</p> <p>1h/jour</p> <p><u>Durée de la séance</u> : 1h30 min (1h + 30 min de TM)</p> <p><u>Nombre de séances par semaine</u> : 7 séances par semaine</p> <p><u>Durée du protocole</u> : 28 jours</p>	
<b>Comparateur</b>	<p><b>Programme quotidien de 1h de kinésithérapie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pour améliorer les fonctions motrices globales (exercices à 4 pattes, à genoux dressés, à genoux assis, en position debout)</li> <li>- pour améliorer la motricité fine du membre supérieur hémiparésique (retournement de cartes, transfert de cubes d'un endroit à l'autre, transfert de cube d'une main à l'autre, porter la main à la bouche, presser une balle, attraper une balle, lancer une balle, ouverture et fermeture d'un bocal, taper dans les mains)</li> </ul>	
<b>Critères de jugement et outils de mesure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Motricité fine</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Préhension</li> <li>○ manipulation d'objets</li> </ul> </li> <li>→ <b>PDMS-2</b> (Mais 6 sous-tests : <i>réflexes, stationnaire, locomotion, manipulation d'objets, préhension et intégration motrice visuelle</i>)</li> <li>- <u>Force de préhension</u> → <b>Dynamomètre manuel Jamar</b></li> </ul>	

Emara et al. 2017		
Effect of mirror visual feedback on upper extremity function and wrist proprioception in cerebral palsy children with hemiparesis		
<b>Durée de l'étude</b>	12 semaines	
<b>Design de l'étude</b>	ECR	
<b>Population</b>	<p><u>Nombre de participants</u> : 32</p> <p><u>Forme clinique de la paralysie cérébrale</u> : PC hémiparésique spastique</p> <p><u>Côté hémi droit/gauche</u> : 17D/15G</p> <p><u>Âge des participants</u> : 5 à 7 ans (moyenne 5,92)</p> <p><u>Ratio filles/garçons</u> : 14F/ 18G</p> <p><u>Critères d'inclusion des participants</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spasticité côté de 1 à 1+ selon l'échelle d'Ashworth modifiée</li> <li>- Capacité de comprendre et suivre les commandes et instructions lors des évaluations et des entraînements</li> <li>- Un certain contrôle volontaire sur les groupes de muscles non spastiques</li> </ul> <p><u>Critères exclusion des participants</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- perte de vision</li> <li>- perte d'audition</li> <li>- Déformations structurelles du membre supérieur affecté</li> </ul>	
	Groupe expérimental	Groupe contrôle
	N = 16, pas d'autres précisions	N = 16, pas d'autres précisions
<b>Intervention</b>	<p><b>Thérapie miroir</b></p> <p>Exercices de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Extension/flexion d'épaule</li> <li>- Extension/flexion du coude</li> <li>- Extension/flexion du poignet,</li> <li>- Supination/pronation de l'avant-bras</li> <li>- Ouverture de la main</li> <li>- Abduction des doigts et du pouce</li> <li>- fermeture du poing et son relâchement</li> <li>- préhension latérale</li> <li>- préhension en prise pulpo-latérale</li> <li>- préhension en prise pulpo-pulpaire</li> <li>- Saisie d'objets</li> <li>- Opposition du pouce</li> <li>- Mouvement d'un seul doigt</li> <li>- Transfert de cubes d'un endroit à un autre</li> <li>- Compression d'une balle en éponge</li> <li>- Dessin d'un cercle</li> </ul> <p>Pendant la séance, il était demandé aux patients d'essayer d'effectuer les mêmes mouvements avec la main affectée autant qu'ils le pouvaient pendant qu'ils exerçaient et observaient la main non-parétique.</p> <p><b>+ Programme de kinésithérapie</b> (cf comparateur) 30 min/jour, 3fois/semaine</p> <p><u>Durée de la séance</u> : 1h (30 min + 30 min)</p> <p><u>Nombre de séances par semaine</u> : 3 fois/semaine</p> <p><u>Durée du protocole</u> : 12 semaines</p>	
<b>Comparateur</b>	<p><b>Programme de kinésithérapie</b> :</p> <p>Exercices de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Neuro-développement (membres supérieurs, membres inférieurs, tronc)</li> <li>- Etirements (fléchisseurs de poignet, les pronateurs, les fléchisseurs du coude, la bandelette ilio-tibiale, les fléchisseurs de la hanche, les fléchisseurs du genou et le tendon d'Achille)</li> <li>- Mobilisation des extrémités supérieures, des extrémités inférieures et du tronc à partir de différentes positions</li> <li>- Facilitation des réactions de redressement, d'équilibre et de protection à partir de différentes positions</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stimulation électrique par impulsions de faible largeur, des extenseurs du poignet et des doigts du côté hémiparétique</li> <li>- Techniques de facilitation neuromusculaire proprioceptive pour les membres supérieurs et inférieurs.</li> </ul>
<p><b>Critères de jugement et outils de mesure</b></p>	<p>Mesure des critères de jugement avant, à 4 semaines, et après</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Fonction de la main</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Préhension</li> <li>○ Dissociation des mouvements</li> <li>○ mise en charge</li> <li>○ réactions de protection</li> </ul> </li> <li>➔ <b>QUEST</b></li> <li>- <u>Proprioception du poignet</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Test de reproduction active du positionnement (<b>ARAP</b>)</li> </ul> </li> </ul>

Farzamfar et al. 2017		
The Effect of Motor Training in Mirror Therapy on Gross Motor Skills of the Affected Hand in Children With Hemiplegia		
<b>Durée de l'étude</b>	/	
<b>Design de l'étude</b>	ECR	
<b>Population</b>	<p><u>Nombre de participants</u> : 14</p> <p><u>Forme clinique de la paralysie cérébrale</u> : PC hémiplegique spastique</p> <p><u>Coté hémi droit/gauche</u> : /</p> <p><u>Âge des participants</u> : 6 à 12 ans (moyenne /)</p> <p><u>Ratio filles/garçons</u> : /</p> <p><u>Critères d'inclusion des participants</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contrôle de l'axe permettant de s'asseoir sans surveillance</li> <li>- Capacités cognitives et verbales (attention, mémoire de travail et concentration)</li> </ul> <p><u>Critères d'exclusion des participants</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chirurgies antérieures</li> <li>- Douleurs dans les membres supérieurs</li> <li>- Problèmes visuels</li> <li>- Epilepsie</li> <li>- Problèmes cardiaques</li> <li>- Problèmes respiratoires</li> </ul>	
	Groupe expérimental	Groupe contrôle
	N = 7, pas d'autres précisions	N = 7, pas d'autres précisions
<b>Intervention</b>	<p><b>Thérapie miroir</b></p> <p>Exercices de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rotation d'épaule</li> <li>- Adduction/abduction du bras</li> <li>- Ramassage de balles de tennis + dépôt dans panier</li> <li>- Pousée de cylindre sur table</li> <li>- Roulement balle de tennis sur table</li> <li>- Roulement balle hérisson sur table</li> <li>- Ramassage avec bandes élastiques</li> <li>- Connexion de points sur papier</li> <li>- Découpage de carton</li> </ul> <p>Effectués avec le membre non affecté devant le miroir</p> <p><u>Durée de la séance</u> : 30 min</p> <p><u>Nombre de séances</u> : 16 séances</p> <p><u>Durée du protocole</u> : /</p>	
<b>Comparateur</b>	<b>Mêmes exercices mais réalisés sans miroir</b> , par le membre non affecté.	
<b>Critères de jugement et outils de mesure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Motricité globale de la main</u> → BBT</li> </ul>	

Kara et al. 2019		
Combined Effects of Mirror Therapy and Exercises on the Upper Extremities in Children with Unilateral Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial		
<b>Durée de l'étude</b>	12 semaines	
<b>Design de l'étude</b>	ECR	
<b>Population</b>	<p><u>Nombre de participants</u> : 34 puis 30 à la fin de l'étude</p> <p><u>Forme clinique de la paralysie cérébrale</u> : PC unilatérale spastique</p> <p><u>Coté hémi droit/gauche</u> : 16D/14G</p> <p><u>Âge des participants</u> : 7 à 16 ans (moyenne 12,05)</p> <p><u>Ratio filles/garçons</u> : 16F/ 14G</p> <p><u>Critères d'inclusion des participants</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Age compris entre 7 et 16 ans</li> <li>- Classification aux niveaux I à III du MACS</li> <li>- Capacité à suivre et accepter des instructions verbales</li> </ul> <p><u>Critères d'exclusion des participants</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chirurgie au cours des 6 derniers mois</li> <li>- Injection de toxine botulique au cours des 6 derniers mois</li> <li>- Refus des parents de participer</li> <li>- épilepsie ou toute autre maladie susceptible d'interférer avec l'activité physique et empêchant de poursuivre un programme d'entraînement régulier</li> </ul>	
	<b>Groupe expérimental</b>	<b>Groupe contrôle</b>
	<p>N = 15</p> <p><u>Age</u> : 12,3</p> <p><u>Sexe</u> : 8F/7G</p> <p><u>Latéralité</u> : 8HD/7HG</p>	<p>N = 15</p> <p><u>Age</u> : 11,8</p> <p><u>Sexe</u> : 8F/7G</p> <p><u>Latéralité</u> : 8HD/7HG</p>
<b>Intervention</b>	<p>Thérapie miroir combiné avec des exercices de force et de puissance</p> <p><b>Thérapie miroir</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4 exercices répétitifs symétriques des membres supérieurs <ul style="list-style-type: none"> <li>- saisir et placer des morceaux des céréales à l'aide d'un pincement bilatéral du pouce et de l'index</li> <li>- saisir et placer de petits morceaux de pâte à modeler à l'aide d'une pince bilatérale du pouce et de l'index ;</li> <li>- saisir et relâcher une petite balle ;</li> <li>- saisir une bouteille d'eau à l'aide d'une pronosupination de l'avant-bras.</li> </ul> </li> </ul> <p>3 séries de 6 répétitions (puis augmentation des répétitions de 10% jusqu'à 15 répétitions) / Repos de 1 minute</p> <p><b>Exercices de puissance et de force</b> (4 exercices bilatéraux) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- période d'échauffement (activités dynamiques) (5 minutes)</li> <li>- 2 exercices de puissance (durée environ 15 min) <ul style="list-style-type: none"> <li>o Lancé bilatéral de balles</li> <li>o Pompes sur des surfaces stables ou instables (intensité 60-80% de la vitesse max sans charge mais mvt avec charge)</li> </ul> <p>Durée totale de chaque exercice 30 secondes</p> <p>3 séries / Repos de 1 minute (puis augmentation de la charge de 10%)</p> </li> <li>- 2 exercices de force (durée environ 15 min) <ul style="list-style-type: none"> <li>o déplacement du membre supérieur dans les directions de flexion, d'abduction et de rotation externe sans flexion du coude</li> <li>o pression sur le banc avec une bande élastique (intensité 60-80% de 1RM puis augmentation progressive de 10% de 1RM)</li> </ul> <p>Augmentation de résistance de l'élastique</p> <p>Pour chaque exercice, 3 séries de 6 répétitions avec des intervalles d'une minute. (Le nombre de répétitions était augmenté jusqu'à un maximum de 10 répétitions)</p> </li> <li>- période de récupération avec des exercices d'étirements dynamiques (5 min)</li> </ul> <p><u>Durée de la séance</u> : 60 min (30 min+30min)</p> <p><u>Nombre de séances par semaine</u> : 3fois/semaine</p>	

	Durée du protocole : 12 semaines
<b>Comparateur</b>	<p><b>Mêmes exercices mais réalisés sans miroir</b></p> <p>30 min/séance 3 fois/semaine 12 semaines</p> <p>+ <b>Programme</b> en ergothérapie : Exercices suivant le COPM sans exercices en force et en puissance (exemples : motricité fine, comme l'écriture, le dessin, le découpage avec des ciseaux ou le jeu avec des cubes)</p> <p>30 min/séance 3 fois/semaine 12 semaines</p>
<b>Critères de jugement et outils de mesure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Qualité des mouvements des membres supérieurs</u> → <b>QUEST</b></li> <li>- <u>Performance et satisfaction dans les activités</u> → <b>COPM</b></li> <li>- <u>Force de préhension</u> → <b>Dynamomètre à main</b></li> </ul>

<b>Narimani et al. 2019</b>		
<b>Effect of Mirror Therapy on Dexterity and Hand Grasp in Children Aged 9-14 Years with Hemiplegic Cerebral Palsy</b>		
<b>Durée de l'étude</b>	6 semaines	
<b>Design de l'étude</b>	ECR	
<b>Population</b>	<p><u>Nombre de participants</u> : 30</p> <p><u>Forme clinique de la paralysie cérébrale</u> : PC hémiplégique</p> <p><u>Coté hémi droit/gauche</u> : 17D/13G</p> <p><u>Âge des participants</u> : 9 à 14 ans (moyenne 11,07)</p> <p><u>Ratio filles/garçons</u> : 13F/17G</p> <p><u>Critères d'inclusion des participants</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- diagnostiqué de PC hémiplégique posé par un neurologue pédiatrique</li> <li>- âgé de 9 à 14 ans</li> <li>- absence de troubles cognitifs</li> <li>- absence de trouble de la négligence unilatérale</li> <li>- absence de dysfonctionnement orthopédique</li> <li>- acuité verbale et visuelle non altérée sur la base d'un examen d'expert</li> <li>- absence de procédures chirurgicales, y compris le transfert de tendon</li> <li>- capacité de concentration de l'attention sur le miroir</li> <li>- niveau du système MACS de 1 à 3</li> <li>- le tonus du membre supérieur affecté inférieur ou égal à 2, a été corrigé sur la base de l'échelle d'Ashworth modifiée.</li> </ul> <p><u>Critères d'exclusion des participants</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les enfants qui ne peuvent pas bénéficier de plus de 4 séances alternées ou de 2 séances consécutives, quelle qu'en soit la raison</li> <li>- Refus de l'enfant ou de sa famille de poursuivre le traitement à chaque étape du traitement</li> <li>- Incapacité de l'enfant d'être attentif pendant la période de traitement</li> </ul>	
	<b>Groupe expérimental</b>	<b>Groupe contrôle</b>
	<p>N = 15</p> <p><u>Age</u> : 10,84</p> <p><u>Sexe</u> : 7F/8G</p> <p><u>Latéralité</u> : 10D/5HG</p>	<p>N = 15</p> <p><u>Age</u> : 11,3</p> <p><u>Sexe</u> : 6F/9G</p> <p><u>Latéralité</u> : 7HD/8HG</p>
<b>Intervention</b>	<p><b>Thérapie miroir</b></p> <p>Exercices bilatéraux et symétriques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exercices analytiques <ul style="list-style-type: none"> <li>o Flexion/ extension des doigts</li> <li>o Flexion/extension des poignets</li> <li>o Supination/pronation de l'avant-bras</li> </ul> </li> <li>- Exercices fonctionnels : <ul style="list-style-type: none"> <li>o Retrait de Legos</li> <li>o Retrait de pièces de puzzle</li> <li>o Dessin de cercles</li> <li>o Compression de balles</li> <li>o Compression de serviettes en tissu</li> </ul> </li> </ul> <p>10 répétitions par mouvement puis 20 secondes de repos</p> <p>+ <b>Programme</b> d'ergothérapie avec de nouveaux exercices Bobath et fonctionnels (tapotements de pression, le tapotement d'inhibition, la flexion et l'extension actives, inactives et résistives du coude et des poignets)</p> <p><u>Durée de la séance</u> : 30 min</p> <p><u>Nombre de séances par semaine</u> : 3 fois par semaine</p> <p><u>Durée du protocole</u> : 6 semaines</p>	
<b>Comparateur</b>	<b>Programme d'ergothérapie</b>	
<b>Critères de jugement et outils de mesure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Dextérité</u> ➔ <b>BBT</b></li> <li>- <u>Force de préhension</u> ➔ <b>Dynamomètre Jamar</b></li> </ul>	

*Annexe 5 : Quality of Upper Extremity Skills test : grille récapitulative des 4 grands domaines [89]*

**Table 2**  
**Domains of the QUEST**

<b>Dissociated Movement</b> (19 items with one level of response for each item)	
Shoulder:	Flexion Flexion with fingers extended Abduction Abduction with fingers extended
Elbow:	Flexion with supination Extension with supination Flexion with pronation Extension with pronation
Wrist:	Extension with elbow extension Extension with elbow flexion Extension with pronation Extension with supination Flexion with supination
Independent movements:	Fingers Thumb
Arm position during grasp/release:	Grasp using thumb Grasp using palm Release from thumb and fingers Release from palm
<b>Grasp</b> (6 items with 3-5 levels of response for each item)	
Posture during grasp:	Head Trunk Shoulders
Grasp of 1" cube	
Grasp of cereal	
Grasp of pencil/crayon	
<b>Weight Bearing</b> (5 items with six levels of response for each item)	
Weight bearing in prone	
Weight bearing in prone with reach	
Weight bearing in sitting with hands forward	
Weight bearing in sitting with hands by side	
Weight bearing in sitting with hands behind	
<b>Protective Extension</b> (3 items with six levels of response for each item)	
Protective extension - forward	
Protective extension - side	
Protective extension - backward	

*Annexe 6 : Echelle ABILHAND-Kids en version française<sup>20</sup>*

**ABILHAND-Kids - Manual Ability Measure  
French version**

**Patient** \_\_\_\_\_ **Date** \_\_\_\_\_

Quelle est la <b>DIFFICULTE</b> des activités suivantes?	Impossible	Difficile	Facile	?
1. Ouvrir un pot de confiture				
2. Mettre un sac à dos				
3. Ouvrir le capuchon du tube de dentifrice				
4. Ouvrir une tablette de chocolat				
5. Se laver le haut du corps				
6. Retourner la manche d'un pull				
7. Tailler un crayon				
8. Enlever un T-shirt				
9. Etaler du dentifrice sur une brosse à dents				
10. Ouvrir une boîte à tartines				
11. Dévisser le bouchon d'une bouteille				
12. Fermer la tirette d'un pantalon				
13. Boutonner une chemise ou un pull				
14. Remplir un verre d'eau				
15. Allumer une lampe de chevet				
16. Mettre un bonnet				
17. Fermer la pression d'une veste				
18. Boutonner un pantalon				
19. Ouvrir un paquet de chips				
20. Fermer la tirette d'une veste				
21. Prendre de la monnaie dans la poche				

<sup>20</sup> Site internet [rssandbox.iescagilly.be](http://rssandbox.iescagilly.be), section ABILHAND-Kids – Downloads, consulté en janvier 2022

**Annexe 7 : Tableau donnant la pondération des différents facteurs dans le système GRADE [61]**

Facteurs	Description du facteur	Niveau de qualité de départ (nombre de niveaux en moins ou en plus)
Type d'études	Essais contrôlés randomisés	Élevé
	Etudes observationnelles	Faible
Facteurs qui peuvent diminuer le niveau de qualité des données scientifiques provenant d'études observationnelles ou d'essais contrôlés randomisés	<b>Risque de biais</b>	
	· Sérieux	-1
	· Très sérieux	-2
	<b>Hétérogénéité des résultats</b>	
	· Importante	-1
	· Très importante	-2
	<b>Caractère direct des données</b>	
	· Incertitude	-1
	· Incertitude majeure	-2
	<b>Imprécision</b>	
	· Sérieuse	-1
	· Très sérieuse	-2
	<b>Biais de publication</b>	
· Probable	-1	
· Très probable	-2	
Facteurs qui peuvent augmenter le niveau de qualité des données scientifiques provenant d'études observationnelles	<b>Force de l'association</b>	
	Données scientifiques solides d'une association-risque relatif significatif $> 2$ ( $< 0,5$ ) fondé sur des données cohérentes issues d'au moins deux études observationnelles, sans facteurs de confusion plausibles.	+1
	Données scientifiques très solides d'une association-risque relatif significatif $> 5$ ( $< 0,2$ ) fondé sur des données directes, sans problème majeur de validité.	+2
	<b>Données d'un gradient dose-réponse</b>	+1
	<b>Présence de facteurs de confusion plausibles</b>	
	Qui auraient réduit l'effet observé (ces facteurs n'ayant pas été pris en compte dans l'analyse avec ajustement)	+1
Qui auraient fait s'attendre à un effet alors que les résultats ne montrent aucun effet	+1	

**Annexe 8 : Traduction française de l'échelle de qualité méthodologique pour les revues de littérature systématiques : AMSTAR-2 [87]**

**Tableau I. Traduction française de AMSTAR-2.**

Items	Cotation
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?
2	Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?
6	Les auteurs ont-ils effectuée en double l'extraction des données ?
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?
10	Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?
12	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?
13	Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ?
14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?
15	S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?

## Annexe 9 : Grille AMSTAR-2 [86]

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

<p><b>1. Did the research questions and inclusion criteria for the review include the components of PICO?</b></p>		
<p>For Yes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Population</li> <li><input type="checkbox"/> Intervention</li> <li><input type="checkbox"/> Comparator group</li> <li><input type="checkbox"/> Outcome</li> </ul>	<p>Optional (recommended)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Timeframe for follow-up</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>2. Did the report of the review contain an explicit statement that the review methods were established prior to the conduct of the review and did the report justify any significant deviations from the protocol?</b></p>		
<p>For Partial Yes: The authors state that they had a written protocol or guide that included ALL the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> review question(s)</li> <li><input type="checkbox"/> a search strategy</li> <li><input type="checkbox"/> inclusion/exclusion criteria</li> <li><input type="checkbox"/> a risk of bias assessment</li> </ul>	<p>For Yes: As for partial yes, plus the protocol should be registered and should also have specified:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> a meta-analysis/synthesis plan, if appropriate, <i>and</i></li> <li><input type="checkbox"/> a plan for investigating causes of heterogeneity</li> <li><input type="checkbox"/> justification for any deviations from the protocol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> Partial Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>3. Did the review authors explain their selection of the study designs for inclusion in the review?</b></p>		
<p>For Yes, the review should satisfy ONE of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <i>Explanation for</i> including only RCTs</li> <li><input type="checkbox"/> OR <i>Explanation for</i> including only NRSI</li> <li><input type="checkbox"/> OR <i>Explanation for</i> including both RCTs and NRSI</li> </ul>		
<p><b>4. Did the review authors use a comprehensive literature search strategy?</b></p>		
<p>For Partial Yes (all the following):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> searched at least 2 databases (relevant to research question)</li> <li><input type="checkbox"/> provided key word and/or search strategy</li> <li><input type="checkbox"/> justified publication restrictions (e.g. language)</li> </ul>	<p>For Yes, should also have (all the following):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> searched the reference lists / bibliographies of included studies</li> <li><input type="checkbox"/> searched trial/study registries</li> <li><input type="checkbox"/> included/consulted content experts in the field</li> <li><input type="checkbox"/> where relevant, searched for grey literature</li> <li><input type="checkbox"/> conducted search within 24 months of completion of the review</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> Partial Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>5. Did the review authors perform study selection in duplicate?</b></p>		
<p>For Yes, either ONE of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> at least two reviewers independently agreed on selection of eligible studies and achieved consensus on which studies to include</li> <li><input type="checkbox"/> OR two reviewers selected a sample of eligible studies <u>and</u> achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder selected by one reviewer.</li> </ul>		

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

<p><b>6. Did the review authors perform data extraction in duplicate?</b></p>		
<p>For Yes, either ONE of the following:</p>		
<input type="checkbox"/> at least two reviewers achieved consensus on which data to extract from included studies	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
<input type="checkbox"/> OR two reviewers extracted data from a sample of eligible studies <u>and</u> achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder extracted by one reviewer.		
<p><b>7. Did the review authors provide a list of excluded studies and justify the exclusions?</b></p>		
<p>For Partial Yes:</p> <input type="checkbox"/> provided a list of all potentially relevant studies that were read in full-text form but excluded from the review	<p>For Yes, must also have:</p> <input type="checkbox"/> Justified the exclusion from the review of each potentially relevant study	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No
<p><b>8. Did the review authors describe the included studies in adequate detail?</b></p>		
<p>For Partial Yes (ALL the following):</p> <input type="checkbox"/> described populations <input type="checkbox"/> described interventions <input type="checkbox"/> described comparators <input type="checkbox"/> described outcomes <input type="checkbox"/> described research designs	<p>For Yes, should also have ALL the following:</p> <input type="checkbox"/> described population in detail <input type="checkbox"/> described intervention in detail (including doses where relevant) <input type="checkbox"/> described comparator in detail (including doses where relevant) <input type="checkbox"/> described study's setting <input type="checkbox"/> timeframe for follow-up	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No
<p><b>9. Did the review authors use a satisfactory technique for assessing the risk of bias (RoB) in individual studies that were included in the review?</b></p>		
<p><b>RCTs</b></p>		
<p>For Partial Yes, must have assessed RoB from:</p> <input type="checkbox"/> unconcealed allocation, <i>and</i> <input type="checkbox"/> lack of blinding of patients and assessors when assessing outcomes (unnecessary for objective outcomes such as all-cause mortality)	<p>For Yes, must also have assessed RoB from:</p> <input type="checkbox"/> allocation sequence that was not truly random, <i>and</i> <input type="checkbox"/> selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Includes only NRSI
<p><b>NRSI</b></p>		
<p>For Partial Yes, must have assessed RoB:</p> <input type="checkbox"/> from confounding, <i>and</i> <input type="checkbox"/> from selection bias	<p>For Yes, must also have assessed RoB:</p> <input type="checkbox"/> methods used to ascertain exposures and outcomes, <i>and</i> <input type="checkbox"/> selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Includes only RCTs
<p><b>10. Did the review authors report on the sources of funding for the studies included in the review?</b></p>		
<p>For Yes</p> <input type="checkbox"/> Must have reported on the sources of funding for individual studies included in the review. Note: Reporting that the reviewers looked for this information but it was not reported by study authors also qualifies		<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

<p><b>11. If meta-analysis was performed did the review authors use appropriate methods for statistical combination of results?</b></p>	
<p><b>RCTs</b></p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p>
<p><input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results and adjusted for heterogeneity if present.</p>	<p><input type="checkbox"/> No</p>
<p><input type="checkbox"/> AND investigated the causes of any heterogeneity</p>	<p><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</p>
<p><b>For NRSI</b></p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p>
<p><input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results, adjusting for heterogeneity if present</p>	<p><input type="checkbox"/> No</p>
<p><input type="checkbox"/> AND they statistically combined effect estimates from NRSI that were adjusted for confounding, rather than combining raw data, or justified combining raw data when adjusted effect estimates were not available</p>	<p><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</p>
<p><input type="checkbox"/> AND they reported separate summary estimates for RCTs and NRSI separately when both were included in the review</p>	
<p><b>12. If meta-analysis was performed, did the review authors assess the potential impact of RoB in individual studies on the results of the meta-analysis or other evidence synthesis?</b></p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p>
<p><input type="checkbox"/> OR, if the pooled estimate was based on RCTs and/or NRSI at variable RoB, the authors performed analyses to investigate possible impact of RoB on summary estimates of effect.</p>	<p><input type="checkbox"/> No</p>
	<p><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</p>
<p><b>13. Did the review authors account for RoB in individual studies when interpreting/ discussing the results of the review?</b></p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p>
<p><input type="checkbox"/> OR, if RCTs with moderate or high RoB, or NRSI were included the review provided a discussion of the likely impact of RoB on the results</p>	<p><input type="checkbox"/> No</p>
<p><b>14. Did the review authors provide a satisfactory explanation for, and discussion of, any heterogeneity observed in the results of the review?</b></p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> There was no significant heterogeneity in the results</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p>
<p><input type="checkbox"/> OR if heterogeneity was present the authors performed an investigation of sources of any heterogeneity in the results and discussed the impact of this on the results of the review</p>	<p><input type="checkbox"/> No</p>
<p><b>15. If they performed quantitative synthesis did the review authors carry out an adequate investigation of publication bias (small study bias) and discuss its likely impact on the results of the review?</b></p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> performed graphical or statistical tests for publication bias and discussed the likelihood and magnitude of impact of publication bias</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p>
	<p><input type="checkbox"/> No</p>
	<p><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</p>
<p><b>16. Did the review authors report any potential sources of conflict of interest, including any funding they received for conducting the review?</b></p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> The authors reported no competing interests OR</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p>
<p><input type="checkbox"/> The authors described their funding sources and how they managed potential conflicts of interest</p>	<p><input type="checkbox"/> No</p>

Titre : L'INTÉRÊT DE LA THÉRAPIE MIROIR SUR LA FONCTION MOTRICE DU MEMBRE SUPÉRIEUR CHEZ LES ENFANTS PARALYSÉS CÉRÉBRAUX UNILATÉRAUX

Title : BENEFITS OF MIRROR THERAPY ON THE MOTOR FUNCTION OF THE UPPER LIMB OF CHILDREN WITH UNILATERAL CEREBRAL PALSY

Résumé :

**Introduction :** La paralysie cérébrale est la première cause de handicap moteur chez l'enfant et la paralysie cérébrale unilatérale représente la forme la plus fréquente (39% des PC), avec une prévalence de 1 pour 1300 naissances. La principale conséquence est l'altération fonctionnelle du membre supérieur, qui a des répercussions importantes dans la vie quotidienne. De nombreuses études ont démontré l'efficacité de la thérapie miroir chez les patients amputés ou chez les adultes hémiplegiques après un AVC. Or cette technique prometteuse n'a pas été complètement explorée. Elle pourrait apporter un complément à la rééducation conventionnelle pour les paralysés cérébraux hémiplegiques.

**Objectifs :** Evaluer quel pourrait être l'intérêt de la thérapie miroir en termes de fonction motrice et force du membre supérieur parétique chez les enfants diagnostiqués de paralysie cérébrale unilatérale.

**Méthode :** 4 bases de données et moteurs de recherches (PubMed, PEDRO, Cochrane Library et Semantic Scholar) ont été investigués de septembre 2021 à janvier 2022. 6 essais contrôlés randomisés (ECR) correspondant aux critères d'éligibilité de cette revue ont été sélectionnés et analysés.

**Résultats :** En raison de l'hétérogénéité des études et des outils de mesure, l'analyse n'a pu aboutir qu'à une synthèse qualitative. La thérapie miroir semble avoir un effet positif sur la fonction et la force motrices du membre supérieur parétique.

**Discussion :** La thérapie miroir reste une technique peu contraignante pour les patients et le thérapeute. Les résultats et leur applicabilité à une population plus large sont à mettre en balance avec le peu d'ECR et leur qualité méthodologique, leur hétérogénéité, les petites tailles d'échantillons. Il est donc nécessaire de mener des études supplémentaires pour envisager son développement.

Abstract :

**Introduction :** Cerebral palsy is the most common cause of motor disability among children, unilateral cerebral palsy being the most widespread form (39% of CP), with a prevalence rate of 1 case per 1300 births. The main consequence is a functional impairment of an upper limb extremity, with a significant impact in everyday life. Many studies demonstrated the efficiency of mirror therapy in amputees or post stroke hemiplegic adults. Yet this promising technique has not been thoroughly tried out. It may provide a complement to conventional rehabilitation for patients with hemiplegic cerebral palsy.

**Objectives :** The aim is to assess the benefits of mirror therapy - in terms of motor function and strength of the upper limb extremity - among children with hemiplegic cerebral palsy.

**Method :** 4 databases and search engines have been investigated ((PubMed, PEDRO, Cochrane Library and Semantic Scholar) from September 2021 to January 2022, and 6 randomized controlled trials (RCT) have been selected and analysed.

**Results :** Because of the heterogeneity of studies and measuring techniques, our analysis is limited to a qualitative assessment. Mirror therapy seems to have a positive impact on the motor function and strength of the paretic upper limb.

**Discussion :** Mirror therapy remains a technique with few constrains for patients and therapists. The results and their applicability to a larger population should be considered against the low number of RCT, their methodological quality, their heterogeneity and the small size of samples. It is therefore necessary to carry out further studies to contemplate its spreading.

Mots-clés : Paralysie cérébrale unilatérale – Hémiplégie – Thérapie miroir – Membre supérieur – Enfant

Keywords : Unilateral cerebral palsy – Hemiplegia – Mirror therapy – Upper limb – Children