



**HAL**  
open science

# Thérapie par contrainte induite du mouvement versus thérapie Bimanuelle dans l'amélioration des capacités motrices et fonctionnelles du membre supérieur hémiplégique de l'enfant paralysé cérébral

Mathilde Portal

► **To cite this version:**

Mathilde Portal. Thérapie par contrainte induite du mouvement versus thérapie Bimanuelle dans l'amélioration des capacités motrices et fonctionnelles du membre supérieur hémiplégique de l'enfant paralysé cérébral. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-03118460

**HAL Id: dumas-03118460**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03118460v1>**

Submitted on 22 Jan 2021

**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**

**THÉRAPIE PAR CONTRAINTE INDUITE DU  
MOUVEMENT VERSUS THÉRAPIE  
BIMANUELLE DANS L'AMÉLIORATION DES  
CAPACITÉS MOTRICES ET  
FONCTIONNELLES DU MEMBRE SUPÉRIEUR  
HÉMIPLÉGIQUE DE L'ENFANT PARALYSÉ  
CÉRÉBRAL**

**PORTAL Mathilde**

**Directeur de mémoire : M. MAFFEI**

## Remerciements

Je tiens à remercier l'ensemble des personnes ayant contribué à la réalisation de ce travail d'initiation à la recherche pour leurs conseils et leur soutien, tout au long de l'année.

Tout d'abord, je voudrais exprimer ma gratitude à mon directeur de mémoire, Monsieur Maffei, pour sa disponibilité, sa patience, ses nombreux conseils et observations et son soutien tout au long de l'année. Il a su m'éclairer et m'apporter les meilleures réponses possibles lors de mes nombreuses hésitations.

L'équipe pédagogique de l'Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie de Marseille pour leurs enseignements au cours de ces quatre années.

Ensuite, mes parents, mon frère et tout le reste de ma famille, qui de près ou de loin a été d'un soutien sans faille pendant ces six années d'étude. Merci d'avoir toujours été là pour moi, dans les meilleurs moments mais aussi dans ceux de doute, c'est en grande partie grâce à eux que j'en suis arrivée là.

Mes trois relectrices, ma mère et ma marraine pour le français et une amie, Maëlle pour l'anglais, merci d'avoir pris le temps de lire et encore relire.

Mes amies, Charlotte, Marie, Julie, Pauline, Angéline, qu'elles soient en kinésithérapie, en médecine ou dans d'autres filières, pour m'avoir écoutée, encouragée, tout simplement merci d'être vous.

Ma colocataire, Julie, merci pour les trois merveilleuses années passées ensemble, toi qui m'as tant soutenue et s'est toujours montrée disponible à n'importe quel moment.

Pour finir, ceux grâce à qui j'ai passé quatre merveilleuses années, mes amis du groupe 6, avec qui j'ai ri, appris et qui furent mes premiers « cobayes ». Une mention particulière au maître incontesté du groupe Sergio que je remercie grandement, lui qui a répondu aux très nombreuses questions que j'avais et a été comme un second professeur pour nous.

## Liste des abréviations

**TCIM** : Thérapie par contrainte induite du mouvement  
**TB** : Thérapie bimanuelle  
**PC** : Paralyse cérébrale  
**HCI** : Hémiplégie cérébrale infantile  
**HG** : Hémiplégie congénitale  
**SN** : Système nerveux  
**SNC** : Système nerveux central  
**SNP** : Système nerveux périphérique  
**MS** : Membre supérieur  
**AVC** : Accident vasculaire cérébral  
**mCIMT** : Thérapie par contrainte induite du mouvement modifiée  
**HABIT** : Hand-Arm Intensive Bimanual Therapy  
**AVQ** : Activités de la vie quotidienne  
**HAS** : Haute autorité de santé  
**ECR** : Essai(s) clinique(s) randomisé(s)  
**AHA** : Assisting Hand Assessment  
**QUEST** : Quality of Upper Extremity Skills Test  
**JTTHF** : Jebsen-Taylor Test Hand Function  
**FI** : Functional Inventory  
**MUUL** : Melbourne Assessment of Unilateral Upper Limb Function  
**GAS** : Goal Attainment Scale  
**POO** : Persistance orientée objet  
**BIM** : Bimanual Training

## **Avant-propos**

De par ma volonté d'exercer dans le secteur pédiatrique dans les années à venir, il me tenait à cœur de traiter d'un sujet autour de cette thématique.

A l'occasion d'un stage dans un cabinet libéral dédié aux enfants j'ai eu l'occasion de découvrir la thérapie par contrainte du mouvement pour un enfant de 5 ans, ayant eu un AVC à la naissance et présentant un déficit important de la fonction du membre supérieur droit.

Faisant ensuite un stage dans un Institut d'Éducation Motrice j'ai pu constater que cette pratique était réalisée par les ergothérapeutes mais pas par les kinésithérapeutes, ces derniers n'étant pas assez informés sur cette méthode. En faisant quelques recherches je me suis aperçue que peu d'études sont publiées chez les enfants et que cela reste une approche encore peu utilisée par les kinésithérapeutes, leur paraissant difficilement applicable puisque la thérapie par contrainte induite doit, de préférence, aussi être appliquée au domicile des enfants afin d'en ressentir des bénéfices sur le long terme.

En y réfléchissant bien, je me suis dit qu'il serait intéressant d'étudier cette méthode de rééducation dont j'ai peu entendu parler et que je n'ai pas beaucoup vu appliquée en la comparant à une autre approche thérapeutique, la thérapie bimanuelle intensive, privilégiée par de nombreux thérapeutes.

Pour l'ensemble des raisons évoquées, et parce que cela me permettra en même temps de me former sur ces méthodes rééducatives que je ne connais pas mais que je pourrais utiliser dans les années futures, cela me semble intéressant d'en apprendre davantage sur ce sujet.

# Sommaire

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Contexte professionnel.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>Description de la pathologie neurologique .....</b>	<b>2</b>
1.2.1	La paralysie cérébrale .....	2
1.2.1.1	Définition .....	2
1.2.1.2	Signes et symptômes .....	2
1.2.1.3	Formes cliniques .....	3
1.2.1.4	Facteurs de risque et causes .....	3
1.2.1.5	Diagnostic de la maladie .....	4
1.2.2	L'hémiplégie cérébrale infantile (ou hémiplégie congénitale) .....	4
1.2.2.1	Définition .....	4
1.2.2.2	Rappel de l'hémiplégie .....	5
<b>1.3</b>	<b>Rappels neuro-anatomiques.....</b>	<b>6</b>
1.3.1	Le système nerveux .....	6
1.3.1.1	Le système nerveux central.....	8
1.3.1.1.1	L'encéphale .....	8
1.3.1.1.2	La moelle épinière (ou moelle spinale) .....	8
1.3.1.2	La voie pyramidale (ou tractus pyramidal) .....	9
1.3.1.3	La motricité .....	10
1.3.1.3.1	Planification du mouvement.....	10
1.3.1.3.2	Réalisation du mouvement .....	11
1.3.2	Le membre supérieur .....	11
<b>1.4</b>	<b>Une approche thérapeutique : la thérapie par contrainte induite ou thérapie induite par la contrainte .....</b>	<b>12</b>
1.4.1	Historique.....	12
1.4.2	Définition et objectifs de la TCIM .....	13
<b>1.5</b>	<b>La thérapie bimanuelle .....</b>	<b>15</b>
<b>1.6</b>	<b>Plasticité cérébrale .....</b>	<b>15</b>
<b>1.7</b>	<b>Objectifs et intérêt de la revue .....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>MÉTHODE .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Les critères d'éligibilité des études pour cette revue .....</b>	<b>18</b>
2.1.1	Le type d'étude.....	18
2.1.2	La pathologie et la population .....	18
2.1.3	Les différents types d'intervention étudiés .....	19
2.1.4	Le critère de jugement principal et ses outils de mesure .....	19
<b>2.2</b>	<b>La méthodologie de recherche des études.....</b>	<b>19</b>
2.2.1	Les sources documentaires investiguées .....	19
2.2.1.1	Les bases de données électroniques .....	19
2.2.1.2	Recherche manuelle .....	20
2.2.2	L'équation de recherche .....	20
2.2.2.1	La sélection des mots clés et des synonymes.....	20
2.2.2.2	L'élaboration de l'équation de recherche .....	21
<b>2.3</b>	<b>Extraction et analyse des données .....</b>	<b>23</b>
2.3.1	Sélection des études .....	23
2.3.2	Extraction des données.....	24
2.3.3	Évaluation de la qualité méthodologique des études requises .....	25

2.3.4	Méthode de synthèse des résultats .....	25
<b>3</b>	<b>RÉSULTATS .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1</b>	<b>Description des études .....</b>	<b>26</b>
3.1.1	Diagramme de flux.....	26
3.1.2	Études exclues.....	26
3.1.3	Études incluses.....	27
<b>3.2</b>	<b>Risque de biais des études incluses .....</b>	<b>36</b>
3.2.1	Grille d'analyse utilisée .....	36
3.2.2	Synthèse des biais retrouvés .....	36
3.2.2.1	Validité interne.....	37
3.2.2.2	Validité externe.....	38
<b>3.3</b>	<b>Effets de l'intervention .....</b>	<b>38</b>
3.3.1	Critères de jugement principaux .....	38
3.3.2	Critères de jugement secondaires.....	47
<b>4</b>	<b>DISCUSSION .....</b>	<b>49</b>
<b>4.1</b>	<b>Analyse des principaux résultats .....</b>	<b>49</b>
<b>4.2</b>	<b>Applicabilité des résultats en pratique clinique .....</b>	<b>53</b>
4.2.1	Coûts engendrés .....	53
4.2.2	Où et quand effectuer cette rééducation ? .....	53
4.2.3	Contraintes à prendre en compte.....	53
4.2.4	Balance bénéfiques/risques .....	54
4.2.5	Effets secondaires ou indésirables .....	54
<b>4.3</b>	<b>Qualité des preuves .....</b>	<b>54</b>
<b>4.4</b>	<b>Limites et biais potentiels de la revue, conflits d'intérêts.....</b>	<b>55</b>
4.4.1	Limites potentielles .....	55
4.4.2	Biais potentiels .....	58
4.4.3	Conflits d'intérêts.....	59
<b>5</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>60</b>
<b>5.1</b>	<b>Implication pour la pratique clinique .....</b>	<b>60</b>
<b>5.2</b>	<b>Implication pour la recherche.....</b>	<b>60</b>
<b>6</b>	<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>61</b>
<b>7</b>	<b>ANNEXES.....</b>	<b>64</b>

## Table des figures

Figure 1 - Division topographique du système nerveux et la conduction du signal [17] .....	7
Figure 2 - L'organisation générale de la voie pyramidale [20] .....	10
Figure 3 - Anatomie du membre supérieur [22] .....	11
Figure 4 – Le développement de la sous-utilisation acquise [28].....	13
Figure 5 - Diagramme de flux.....	26

## Table des tableaux

Tableau 1 - Récapitulatif des différents essais-cliniques randomisés intégrés dans cette revue de littérature .....	35
Tableau 2 - Les scores obtenus à l'échelle PEDro .....	36
Tableau 3 - Comparaison intragroupe pour le MUUL.....	39
Tableau 4 - Comparaison intragroupe pour le AHA.....	39
Tableau 5 - Comparaison intragroupe pour le JTTHF.....	40
Tableau 6 - Comparaison intergroupes pour le MUUL, AHA et JTTHF .....	40
Tableau 7 - Comparaison intragroupe pour le AHA.....	41
Tableau 8 - Comparaison intragroupe pour le JTTHF.....	42
Tableau 9 - Comparaison intergroupes pour le AHA et le JTTHF .....	42
Tableau 10 - Comparaison intragroupe pour le AHA.....	43
Tableau 11 - Comparaison intragroupe pour le QUEST .....	44
Tableau 12 - Comparaison intergroupes pour le AHA et le QUEST .....	45
Tableau 13 - Comparaison intragroupe pour le QUEST .....	45
Tableau 14 - Comparaison intergroupe pour le QUEST .....	45
Tableau 15 - Comparaison intragroupe pour le AHA.....	46
Tableau 16 - Comparaison intragroupe pour le FI.....	46
Tableau 17 - Comparaison intergroupes pour le AHA et le FI.....	47

# 1 INTRODUCTION

## 1.1 Contexte professionnel

Lors de la naissance d'un enfant, il est nécessaire de vérifier que les fonctions vitales sont bonnes et qu'il n'y a aucun problème sous-jacent, la prise en charge est donc primordiale. Avec l'avancée des recherches dans le domaine de la médecine, d'importants progrès ont été réalisés en salle d'accouchement quant à l'apport de soins aux mamans et aux nouveaux nés mais la prévalence des paralysies cérébrales (en anglais cerebral palsy) ne diminue pas, même dans des pays développés comme la France.

La paralysie cérébrale est une affection neurologique dont la déficience motrice est la plus courante chez les enfants avec près de 1800 naissances par an, ce qui porte à 125 000 le nombre d'enfants atteints en France [1]. La forme principale de cette pathologie est unilatérale, elle représente un tiers de la population et on la nomme hémiplégie cérébrale infantile ou hémiplégie congénitale.

De nos jours, de nouvelles techniques apparaissent afin d'améliorer la prise en charge de cette pathologie. Elles visent à garantir une efficacité supérieure et améliorer la qualité de vie de ces enfants handicapés. Dans les revues de littérature, des techniques prometteuses telles que la thérapie par contrainte induite et le rétrocontrôle visuel sont étudiées.

Ainsi j'ai choisi, dans ma revue, de m'intéresser à une de ces méthodes, celle de la thérapie par contrainte induite (de l'anglais constraint-induced movement therapy ou CIMT), qui est reconnue comme améliorant l'utilisation du membre supérieur atteint chez l'enfant d'après plusieurs études. AC. Eliasson publie en 2005 [2] une étude sur une version modifiée de la thérapie par contrainte induite du mouvement, menée sur des enfants afin d'étudier les effets de cette approche thérapeutique sur le membre supérieur hémiplégique de ces derniers.

Cette approche thérapeutique repose sur le principe de l'apprentissage de l'utilisation du membre parétique afin de lutter contre sa sous-utilisation en employant une contrainte permettant d'immobiliser le membre sain dans le but de réintégrer le membre lésé dans les gestes de la vie quotidienne. Ceci s'effectue sous forme d'un réentraînement intensif sur une période de plusieurs jours autour d'activités fonctionnelles dans le but d'obtenir une amélioration de la récupération motrice et de la plasticité cérébrale des patients.

Elle sera étudiée en comparaison d'une autre méthode de rééducation, la thérapie intensive bimanuelle (bimanual intensive therapy ou BIT en anglais), à intensités équivalentes dans le but d'observer si les effets sont notables ou non pour l'amélioration de la fonction motrice et l'utilisation systématique du membre supérieur chez les enfants.

Actuellement on trouve beaucoup moins d'études réalisées sur des enfants en comparaison avec celles des adultes. En effet, outre les démarches administratives (l'obtention de l'accord parental est obligatoire), il est difficile d'imposer une contrainte à un enfant, c'est une approche qui est exigeante et qui est parfois difficile à accepter pour un enfant. Si toutefois elle est bien perçue, le travail en collaboration avec des enfants est plus difficile du point de vue de la compréhension de la pathologie et des consignes, de l'attention et de la motivation pour les plus grands.

Cependant, il y a un avantage majeur dans le fait d'intervenir dès le plus jeune âge. En effet, c'est durant l'enfance que la plasticité cérébrale est la plus importante. Cette notion définit la capacité dont dispose le cerveau pour modifier ses connexions neuronales en fonction des expériences vécues et de l'environnement. Cette dernière est utilisée lors d'apprentissages et d'expériences qui nécessitent des remaniements des circuits neuronaux (fabrication de nouvelles connexions entre les neurones) comme l'explique Mme Vidal, neurobiologiste et directrice de recherche à l'institut Pasteur, dans une revue intitulée Les chemins de l'apprentissage [3]. Tout ceci permet de comprendre que c'est à cette période précise de la vie que notre intervention en kinésithérapie aura le plus d'impact dans la prévention des séquelles futures et donc que c'est à ce moment-là qu'il faut agir afin d'en tirer de meilleurs profits.

## 1.2 Description de la pathologie neurologique

### 1.2.1 La paralysie cérébrale

#### 1.2.1.1 Définition

La paralysie cérébrale se définit par une atteinte des neurones supérieurs (motoneurones supérieurs) et se décrit comme un « groupe de troubles permanents de développement du mouvement et de la posture, entraînant une limitation de l'activité, qui est attribué à des perturbations non progressives survenues lors de la formation du cerveau chez le fœtus ou le nourrisson. Les troubles moteurs de cette affection s'accompagnent souvent de troubles de la sensibilité, de la perception, de la cognition, de la communication et du comportement, d'une épilepsie et de problèmes musculo-squelettiques secondaires » [4].

Ainsi, ce terme tiré de l'anglais « cerebral palsy » désigne les adultes et enfants ayant une atteinte motrice en lien avec une atteinte cérébrale non évolutive, quelles que soient l'étiologie de l'atteinte cérébrale et leurs capacités intellectuelles [5].

Il regroupe l'Infirmité Motrice Cérébrale (IMC) et l'Infirmité Motrice d'Origine Cérébrale (IMOC).

#### 1.2.1.2 Signes et symptômes

On dénote principalement des signes communs à tous les types de PC tels que les **retards du développement moteur** (la première étant la difficulté à s'asseoir), **l'altération du tonus musculaire** (hypertonicité, hypotonie et tonus fluctuant), les **performances motrices atypiques** (utilisation asymétrique des mains, démarche rampante inhabituelle, difficulté à déglutir, marcher...) les **anomalies posturales et réflexes** (hyperréflexie, clonus, stretch réflexe renforcé) avec persistance ou absence des réflexes archaïques.

En effet, le retard dans l'acquisition des réactions de redressement et équilibre est en corrélation avec le tonus. En cas d'hypotonie, il peut y avoir une aréflexie ou une absence de réflexes primitifs avec des hanches souvent fléchies, en abduction et rotation externe du fait de la faiblesse musculaire, faible tonus et influence de la gravité [6].

Ces signes apparaissent en général avant les 18 mois de l'enfant et c'est dans le retard d'exécution des mouvements (tels que assis, ramper, 4 pattes, debout, marche...) que les parents et professionnels de santé commencent à se poser des questions.

### 1.2.1.3 Formes cliniques

On distingue plusieurs formes cliniques, répertoriées en syndromes et fonction du type de l'atteinte neurologique et de l'atteinte topographique dominante, lesquelles sont les suivantes :

1. Syndromes **spastiques** à l'origine d'**hypertonie**, caractérisés par une augmentation des contractions musculaires ce qui perturbe les postures et mouvements et s'accompagne de signes pyramidaux comme le signe de Babinski. Elles représentent environ 85% des PC et sont bilatérales ou unilatérales. Il y a une atteinte du tronc cérébral.
  - Hémiplégie (ou hémiparésie) spastique } Unilatérales
  - Monoplégie (ou monoparésie) spastique } Unilatérales
  - Diplégie spastique (maladie de Little) } Bilatérales
  - Quadriplégie (ou tétraplégie) et triplégie spastique } Bilatérales
2. Syndromes **dyskinétiques** comprenant les **formes choréiques et dystoniques**. Ils sont responsables de « mouvements involontaires, récurrents, incontrôlés et parfois stéréotypés, co-existants avec une tonicité musculaire fluctuante ». Cela regroupe l'athétose, la dystonie et la choréo-athétose et représente 7% des PC. Il y a une atteinte de la zone située sous le cortex cérébral.
3. Syndromes **ataxiques** le plus souvent associés à une **hypotonie**. Ils sont caractérisés par un syndrome cérébelleux, avec une perturbation de l'équilibre et de la coordination motrice, le mouvement étant réalisé avec une force, une précision ou un rythme anormal. Cela représente 5% des formes de PC. Il y a une atteinte du cervelet.
4. Syndromes **mixtes** associant spasticité, dyskinésie ou ataxie. La symptomatologie neurologique est évolutive en fonction de l'âge de l'enfant. Par exemple, les mouvements anormaux apparaissent en général après la première année de vie alors que l'hypertonie spastique des membres supérieurs peut s'atténuer au début de l'enfance.

On utilise aussi une classification en fonction de la sévérité de la déficience motrice en séparant les marchants (capables d'enchaîner dix pas sans aide d'un adulte à partir de la position debout seul ou avec aide) des non marchants. La marche se définit par un appui exclusif sur les membres inférieurs en pouvant s'aider des membres supérieurs, et s'oppose à la déambulation où une partie du poids du corps est transmise du bassin au sol grâce à une aide technique. Les enfants sont classés en cinq niveaux de gravité selon un système de Classification de la Fonction Motrice Globale (GMF-CS) (*annexe 1*) de Palisano qui s'appuie sur les capacités de posture et de déambulation en fonction de l'âge [5].

Enfin, on établit une classification qui sera fonction de la sévérité des déficiences associées : intellectuelles, neuropsychologiques, sensorielles, épilepsie et trouble du comportement.

### 1.2.1.4 Facteurs de risque et causes

Les facteurs de risques sont nombreux et variés, ils peuvent augmenter les risques d'être atteint d'une paralysie cérébrale mais ils ne la provoquent pas nécessairement. Ils se manifestent :

- Durant la grossesse : âge, malnutrition, diverses problématiques maternelles in-utéro (infectieuses telles que la foetopathie à CMV, rubéole, toxoplasmose) ou conditions

autres (exposition maternelle à des toxines environnementales, problème de la thyroïde, problèmes convulsifs...)

- Au cours de l'accouchement : présentation du siège, faible poids à la naissance, naissance prématurée avec éventuellement des complications, grossesses multiples, rupture utérine, nœud dans le cordon ombilical
- Après la naissance : bas débit-per-opérateur, infections, traumatismes... [7]

Cependant, les causes sont le plus souvent difficiles à établir car elles sont multifactorielles ce qui explique que la pathologie n'est pas toujours détectée à la naissance. On trouve différentes causes, établies par l'Université d'Ottawa [8], lesquelles sont les suivantes :

<b>Période Prénatale</b> (70 à 80% des cas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hypoxie/ischémie causée par des complications placentaires</li> <li>- Malformations cérébrales</li> </ul>
<b>Période périnatale</b> ou <b>néonatale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Encéphalopathie</li> <li>- Hyperbilirubinémie, ictère nucléaire (jaunisse)</li> <li>- Asphyxie</li> <li>- Accident Vasculaire Cérébral</li> <li>- Infections du Système Nerveux Central</li> <li>- Hypoxie causée par un accouchement difficile, une occlusion vasculaire, une hémorragie fœto-maternelle, inhalation de corps étrangers ou troubles respiratoires pendant la naissance</li> <li>- Retards de croissance intra-utérin</li> </ul>
<b>Période post-natale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traumatisme cranio-cérébral, noyade, étranglement</li> <li>- Traitement d'une tumeur cérébrale</li> <li>- Désordre systémique sévère ou infection (ex : méningite, AVC...)</li> </ul>

#### 1.2.1.5 Diagnostic de la maladie

Chez le nourrisson, le diagnostic est difficile à établir et demande la plupart du temps plusieurs mois d'observation et de recherche. L'imagerie par résonance magnétique (IRM) représente l'imagerie de référence afin d'identifier la présence du trouble neurologique et permet d'exclure d'autres affections, il détermine la cause de l'atteinte.

Au plus la maladie est détectée rapidement, au plus on pourra agir afin de limiter les complications et réduire les séquelles.

### 1.2.2 L'hémiplégie cérébrale infantile (ou hémiplégie congénitale)

#### 1.2.2.1 Définition

Historiquement, les premières représentations de cette pathologie remontent à l'Égypte Ancienne mais c'est à partir du XIX<sup>ème</sup> siècle que les recherches se sont accentuées (Cazauvielh en 1827 traita de l'association entre hémiplégie congénitale et hémiatrophie cérébrale, Brissaud en 1880 présenta une thèse sur les porencéphalies...).

Ingram, en 1964, reprit notamment les travaux de Freud (1891) et d'Osler (1889) qui furent les premiers à parler de paralysie cérébrale, afin de décrire les découvertes cliniques qu'il fit [9].

L'hémiplégie congénitale est une forme d'infirmité cérébrale d'origine motrice à l'origine de la perte plus ou moins complète de la motricité volontaire, survenant sur un cerveau en voie de

développement. Elle est la conséquence d'atteintes cérébrales variées avec pour principales spécificités un caractère unilatéral (atteinte d'un hémicorps) ou très asymétrique ainsi que la survenue précoce. Elle est le plus souvent présente chez les enfants de moins de 4 ans, et peut soit apparaître à la naissance comme c'est le cas avec un infarctus cérébral artériel pour des enfants nés à terme ou à l'inverse des enfants prématurés, dont les séquelles sont dues à des lésions cérébrales dues à cette prématurité. Mais elle peut aussi apparaître plus tard, en période périnatale. C'est une hémiplégié qui est théoriquement non progressive et définitive.

Il existe d'autres causes pouvant être à l'origine d'une hémiplégié cérébrale infantile telles que les hémorragies parenchymateuses par troubles de l'hémostase, les thromboses veineuses, des formes familiales de porencéphalie mais aussi des malformations cérébrales...[7].

Peu de données récentes nous permettent de donner une estimation de la survenue de l'HCI. On trouve cependant dans la littérature, d'après les travaux de S.Chabrier une indication de la prévalence de survenue de l'HC en 2010, de 0,6 pour 1000 naissances [7]. Ceci fait de cette atteinte unilatérale la forme la plus fréquemment rencontrée en neurologie infantile pour un enfant né à terme, et pour un ancien prématuré c'est la deuxième forme après la diplégie spastique (aussi connue sous le terme de syndrome de Little).

Afin de limiter le handicap, un travail entre les différents professionnels de santé est mis en place en agissant sur toutes les conséquences secondaires à cette maladie, que ce soit les rétractions tendinomusculaires, les déformations et défaut de croissance osseuse, scoliose... [10].

Ainsi, on trouve des articles traitant de l'HCI dans le cadre des pratiques rééducatives basées sur la thérapie par contrainte induite du mouvement et la thérapie bimanuelle, il sera donc important d'en expliquer les termes puisqu'ils seront à la base de ma revue de littérature.

### 1.2.2.2 Rappel de l'hémiplégié

Elle traduit une atteinte du **système nerveux central** au-dessus de la moelle cervicale, qui affecte le cerveau et la moelle épinière.

Elle se caractérise par une paralysie partielle ou totale d'un hémicorps, une perte « plus ou moins complète de la motricité volontaire » à la suite d'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 » [11] et dont le déficit moteur est controlatéral à la lésion [12].

Le bras et le visage sont les parties du corps les plus affectées dans cette atteinte, avec une attitude typique d'adduction de l'épaule et flexion du coude et poignet généralement observée. Bien que la faiblesse soit le plus souvent de type spastique [13], on trouve un autre type d'hémiplégié et les conséquences seront différentes en fonction du degré de l'atteinte.

<b>2 grands types d'hémiplégié</b>	<b>En fonction du degré de handicap</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spasmodique et dont les muscles atteints sont raides et contractés.</li> <li>- Flasque avec des muscles flasques et mous.</li> </ul>	<p><u>Totale</u>, aucun mouvement n'est possible, les réflexes sont inexistants, le signe de Babinski est présent chez l'adulte (extension du gros orteil lorsqu'on touche la partie externe de la plante du pied).</p>

	<p><u>Partielle</u>, quelques mouvements sont possibles. Il y a une diminution de la force et faible motricité se manifestant par une maladresse, une grande fatigue, des troubles de la marche et chute du coté atteint.</p> <p><u>Proportionnelle</u> lorsque les membres sont atteints à l'identique.</p> <p><u>Non proportionnelle</u>, si un des membres est plus touché que l'autre.</p>
--	--

### 1.3 Rappels neuro-anatomiques

Il est important de définir le contexte dans lequel se situe ma revue de littérature, et donc de définir les termes neuro-anatomiques à l'origine de la paralysie cérébrale.

#### 1.3.1 Le système nerveux

- Présentation générale

Le système nerveux de l'Homme est un système complexe qui apparait avec la vie terrestre et dont les fonctions principales sont de « saisir les états de son environnement, détecter et réagir aux changements de manière adaptée en s'aidant d'autres systèmes, assurant la survie » [14]. Par ses connexions il contrôle et/ou assure les grandes fonctions. Le SN humain dispose de compétences supérieures favorisant l'apprentissage, la mémoire, la communication avec les autres individus et lorsque ce dernier est atteint, cela peut considérablement affecter la vie d'un individu. Dans ce vaste système que comprend le SN, plus d'un quart de toutes ses structures participent directement à la planification et à la réalisation de mouvements.

- Fonctions principales

C'est un système qui communique continuellement avec l'environnement, il dispose de fonctions centrales qui sont les suivantes :

- La **sensibilité** car le SN reçoit des informations sur l'état de son environnement par des stimulus chimiques ou physiques de manière générale. Les informations sont d'abord capturées par des récepteurs spécifiques puis elles sont transformées en signal et enfin elles sont amenées au SN.
- L'**intégration** : les informations qui sont codées en message électrique sont traitées le plus souvent via des messages électriques et transmises aux « effecteurs » afin de déclencher des réponses appropriées.
- La **motricité** : une fois les informations sensorielles intégrées, le SN choisit une réponse motrice appropriée en activant des effecteurs (muscles et glandes) par le biais de nerfs spinaux et crâniens. A partir de cela il exerce un contrôle sur les éléments du squelette en s'adressant aux muscles qui par leur force contractile peuvent agir sur les segments et les déplacer ou les positionner [15].

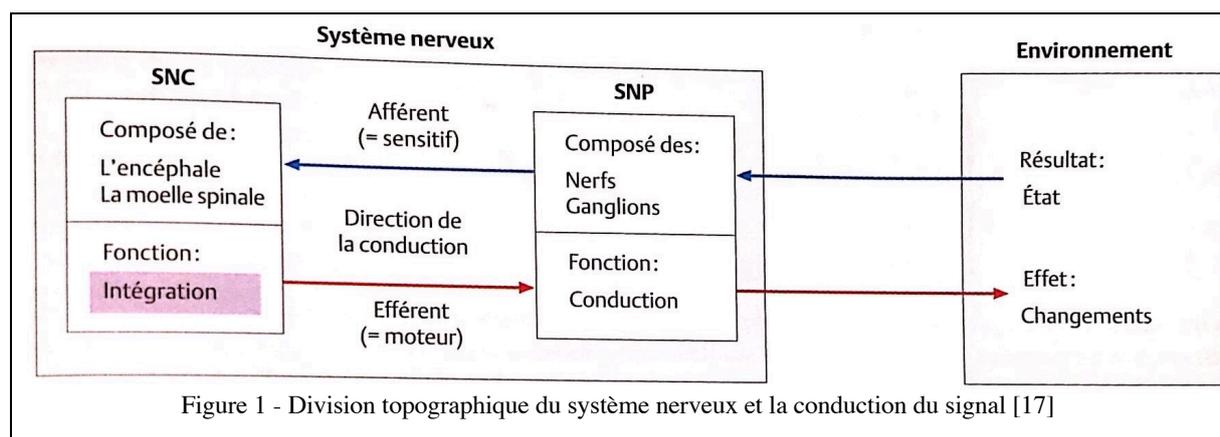
- Composition et structuration

Le SN se compose de la cellule nerveuse appelée neurone qui en est l'élément fondamental. C'est elle qui génère un signal électrique appelé potentiel d'action et qui le véhicule vers d'autres cellules musculaires ou neuronales. Les neurones permettent donc de transmettre des informations arrivant ou partant du SNC, ils assurent l'interface avec le milieu extérieur. Le nombre de cellules nerveuses est déterminé à la naissance mais il diminue au cours de la vie [16].

La synapse permet l'échange des signaux en faisant interagir deux cellules nerveuses entre-elles. Les synapses sont soit excitatrices soit inhibitrices et on en distingue deux types chimiques, faisant intervenir des neurotransmetteurs, ou électriques, moins fréquentes mais plus rapides.

La cellule gliale est également caractéristique du SN car elle influence la vitesse de conduction du signal (de la dendrite vers le corps cellulaire et du corps cellulaire vers l'axone) sans toutefois le transmettre, elle s'enroule autour des cellules nerveuses. Elle joue aussi un rôle dans la régulation de l'environnement extérieur du SN et de défense contre les influences néfastes.

Le SN se divise en deux parties distinctes : le système nerveux central et le système nerveux périphérique qui travaillent ensemble. En effet ce dernier conduit, de par sa fonction de transmission, les informations (signal) issues des récepteurs périphériques de la sensibilité ou de la douleur, au SNC qui reçoit le signal envoyé, l'enregistre et l'interprète et organise la réponse à envoyer. Le SNP exécute ensuite les ordres moteurs qui lui sont émis par les centres nerveux. On parle de conduction sensitive afférente ou centripète lorsque le signal est conduit vers le SNC et de conduction motrice efférente ou centrifuge lorsque ce dernier est conduit depuis le SNC. Les voies efférentes se divisent en efférentes somatiques lorsque les réponses sont acheminées vers les muscles squelettiques, et efférentes autonomes lorsque les réponses sont amenées en direction des muscles lisses, cardiaque et glandes qui se divisent elles-mêmes en efférentes parasympathiques et sympathiques [14].



Ce mémoire, ayant pour but de démontrer l'efficacité d'une méthode utilisée dans le cadre de paralysies cérébrales qui est une atteinte du SNC, nous ne détaillerons donc ce dernier.

### 1.3.1.1 Le système nerveux central

Le SNC est constitué de deux parties situées dans des cavités osseuses : l'encéphale et la moelle épinière. Le tissu conjonctif, qui permet leur développement dans le corps, donne les méninges qui entourent le liquide cébrospinal appelé espace liquidien externe.

#### 1.3.1.1.1 L'encéphale

L'encéphale constitue l'ensemble des centres nerveux comprenant le **cerveau**, le **tronc cérébral** et le **cervelet**, le tout étant protégé par la boîte crânienne dans laquelle il se situe.

Le cerveau, prenant la plus grande place de l'encéphale, est formé par les hémisphères cérébraux droit et gauche constitués par la substance grise, périphérique et superficielle qui comporte les corps cellulaires et par la substance blanche, profonde, détenant les axones des cellules. Ils comprennent également les ventricules qui contiennent le liquide cébrospinal. Le cerveau est composé de quatre lobes chacun ayant un rôle défini :

- Le lobe frontal est le lieu du raisonnement, du langage et de la coordination motrice volontaire
- Le lobe pariétal permet de prendre conscience de son corps et de l'environnement autour
- Le lobe occipital est le lieu d'intégration des messages
- Le lobe temporal est le centre des émotions, de la mémoire et de l'audition.

De par les nerfs périphériques, le cerveau envoie des messages via la moelle épinière dans le but de contrôler les organes et muscles.

Le tronc cérébral sous forme allongée émerge de la face inférieure du cerveau. Il comporte trois parties : les pédoncules cérébraux, la protubérance annulaire et le bulbe rachidien. La substance grise y prédomine, elle se présente en amas qui sont les noyaux d'origine des nerfs crâniens. Le tronc cérébral est un point d'entrée et de sortie des nerfs crâniens exceptés les nerfs olfactif (I) et optique (II). Il s'occupe principalement de la régulation des activités du cœur et des poumons.

Le cervelet est dorsal au tronc cérébral et forme le toit du IV<sup>ème</sup> ventricule. Placé sous le lobe occipital du télencéphale, il en est séparé par la tente du cervelet. Comme le cerveau il possède deux hémisphères qui sont unis par un vermis impair et il contient de la substance blanche, des noyaux gris centraux et la substance grise occupe l'écorce cérébelleuse. Il est réuni au tronc cérébral par les pédoncules cérébelleux supérieur, moyen et inférieur. Le cervelet est le centre de contrôle de l'équilibre et de la motricité fine [18].

#### 1.3.1.1.2 La moelle épinière (ou moelle spinale)

Située dans le prolongement du tronc cérébral et du bulbe rachidien, elle se termine entre la première et la deuxième vertèbre lombaire. A chaque espace intervertébral, il en sort les nerfs spinaux qui sont constitués d'une racine antérieure motrice et postérieure sensitive. Elle reçoit des informations qui sont utilisées afin de générer des réflexes, comme cela est le cas par exemple en réponse à la douleur, et elle transmet des informations sensorielles au cerveau. En fournissant des réponses réflexes rapides, la moelle spinale et les nerfs spinaux participent à l'homéostasie [19]. La moelle épinière produit des influx nerveux dans les nerfs contrôlant les muscles et viscères par le biais d'activités réflexes ou de commandes volontaires venant de l'encéphale.

En résumé, le SNC, via des organes, intègre, analyse et interprète les informations sensorielles dans le but de donner des commandes motrices, elles-mêmes basées sur l'expérience et les réflexes de l'individu et sur les conditions du monde extérieur.

### 1.3.1.2 La voie pyramidale (ou tractus pyramidal)

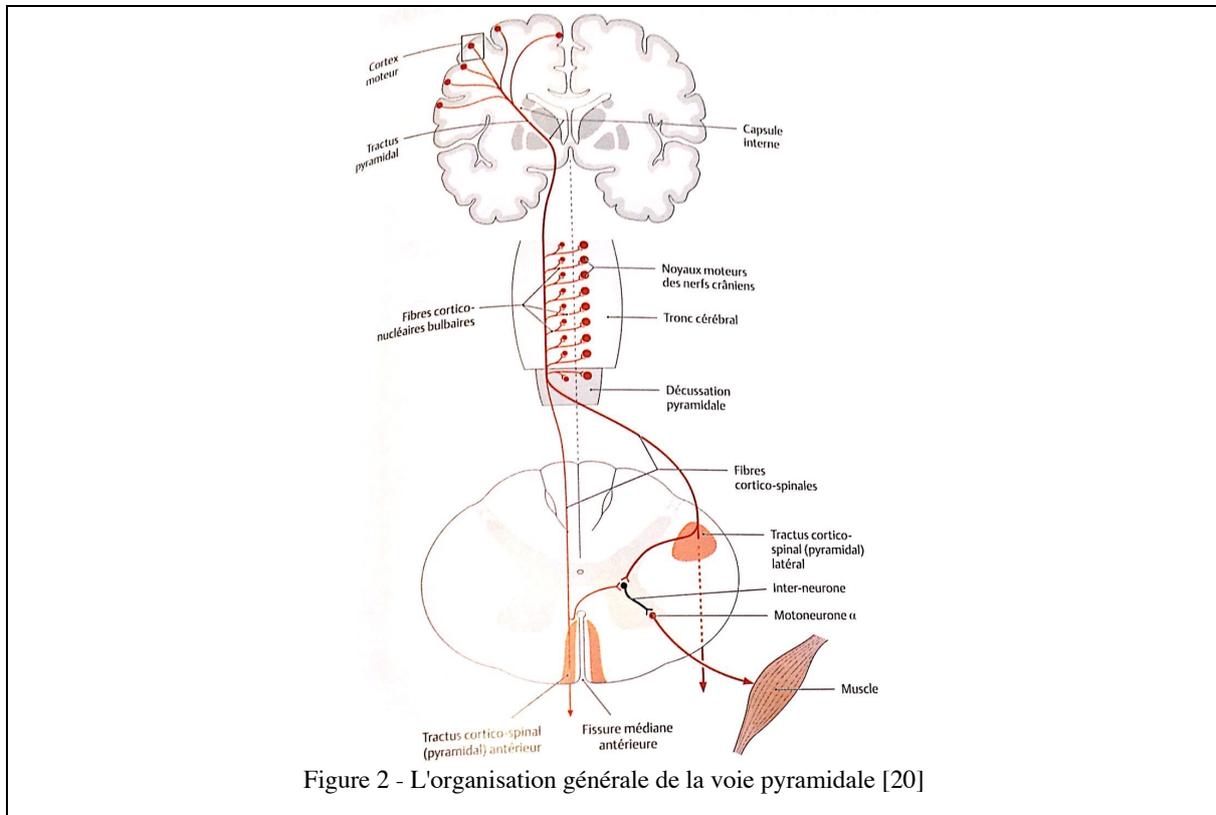
Notre revue de littérature étant basée sur la rééducation de la fonction motrice du membre supérieur hémiplégié, il faut en revenir à l'origine de la motricité volontaire. En effet, la voie pyramidale est le support de la commande motrice volontaire et est composée de deux faisceaux :

Faisceau (tractus) <b>cortico-spinal</b>	<p>Issu du cortex moteur primaire au niveau du gyrus précentral (aire 4 de Brodmann ou aire motrice primaire, composée des cellules géantes de Betz), il a pour cible les motoneurones spinaux. En traversant les pyramides bulbaires, il relie le cortex moteur à l'étage bulbaire (faisceau géniculé) et spinal (faisceau pyramidal). Il traverse le tronc cérébral en position ventrale et se termine au contact des motoneurones de la corne ventrale et des interneurones de la zone intermédiaire de la moelle épinière (voies descendantes). On le trouve dans 3 régions : dans la partie moyenne des pédoncules cérébraux (mésencéphale), au niveau du pont et du bulbe rachidien. Ce faisceau contrôle les muscles du torse et des membres, il comprend des fibres motrices directes et monosynaptiques. Il est divisé en :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tractus cortico-spinal latéral (décussation des axones dans la moelle allongée). Les axones des motoneurones inférieurs sortent de la moelle spinale par les racines antérieures des nerfs spinaux et se terminent dans les muscles squelettiques contrôlant les mouvements des parties distales des membres. Ils sont responsables de mouvements ciblés, précis des mains et pieds.</li> <li>- Tractus cortico-spinal antérieur (décussation de certains axones via la commissure antérieure). Les axones des motoneurones inférieurs sortent de la moelle spinale par les racines antérieures des nerfs spinaux et se terminent dans les muscles squelettiques contrôlant les mouvements du tronc et des parties proximales des membres.</li> </ul>
Faisceau (tractus) <b>cortico-bulbaire</b>	<p>Il véhicule les influx nerveux pour le contrôle des muscles squelettiques de la tête (mouvements précis et volontaires des yeux, de la langue et du cou et des muscles responsables de la mastication, expression du visage, phonation et déglutition). Ce faisceau a pour cible les noyaux moteurs et les nerfs crâniens.</p>

Cette voie est fonction du type d'atteinte et du degré de handicap.

Le neurone est constitué d'un corps cellulaire triangulaire situé dans le cortex. L'axone du neurone traverse la substance blanche sous corticale du cerveau, du tronc cérébral, passe le cordon de la moelle épinière et descend jusqu'à la corne antérieure. Les corps cellulaires des neurones sont répartis dans le cortex frontal dans une zone motrice primaire (s'étend juste en avant de la scissure de Rolando).

Chaque neurone transmet l'ordre moteur au motoneurone périphérique destiné à un muscle précis, chaque petite zone du cortex moteur correspond à une zone spécifique de l'organisme dont la projection topographique sur le cortex réalise l'homonculus moteur. Cette organisation topographique très précise correspond à la somatotopie.



### 1.3.1.3 La motricité

Dans ce vaste système que comprend le SN, plus d'un quart de toutes ses structures participent directement à la planification et à la réalisation de mouvements.

La motricité désigne « l'ensemble des fonctions nerveuses et musculaires permettant les mouvements automatiques ou volontaires du corps » [21]. Elle se divise en deux types :

- Motricité fine : Elle s'acquière lors des premières années de vie et concerne l'exécution de gestes précis et coordonnés (faire ses lacets, écrire, boutonner, une chemise...).
- Motricité globale : Cela désigne les gestes moteurs qui assurent l'aisance globale du corps, sans s'attacher à la dextérité, les mouvements ne sont pas aussi précis que pour la motricité fine (marche, saut, course, équilibre statique...).

#### 1.3.1.3.1 Planification du mouvement

Ce sont les ganglions de la base ou corps cellulaires (composés du noyau caudé, globus pallidus et striatum) qui soutiennent et contrôlent la programmation du mouvement planifié en grande partie dans le lobe frontal et conçu dans le cortex prémoteur avant la réalisation du mouvement.

### 1.3.1.3.2 Réalisation du mouvement

Le cervelet y participe puisque qu'il compare le mouvement réalisé au mouvement planifié. Il rectifie lorsqu'il y a une différence entre ce qui a été effectué et ce qui est souhaité en corrigeant le positionnement de la musculature concernée.

On retrouve deux types de mouvements : ceux de précision (issus de la voie pyramidale) et ceux en bloc (issus du système moteur extrapyramidal) [18].

### 1.3.2 Le membre supérieur

La TCIM est principalement utilisée pour améliorer l'aspect moteur et fonctionnel de de l'ensemble du membre supérieur en augmentant la réalisation de mouvements spontanés. Ce large complexe est constitué de l'épaule, du bras, du coude, de l'avant-bras du poignet et de la main et tous les éléments travaillent en coopération. Lorsque l'on utilise cette technique on espère augmenter les capacités de l'ensemble du membre.

Le MS possède un système nerveux, vasculaire, veineux, lymphatique et musculaire riche, il assure une grande mobilité dans les mouvements fonctionnels. Il sera présenté sous forme de tableau (annexe 2).

Cependant, bien que cette approche ait pour but de développer la motricité de l'ensemble du membre, c'est principalement les effets au niveau de la main qui sont étudiés.

En effet, organe d'exécution par la prise et la préhension, organe d'information par le tact et le toucher, il s'agit donc d'un élément sensoriel exceptionnel de par sa sensibilité et sa motricité, toutes deux fines, qui est irremplaçable et donc placé au centre de la rééducation dès le plus jeune âge.

- Atteinte du membre supérieur

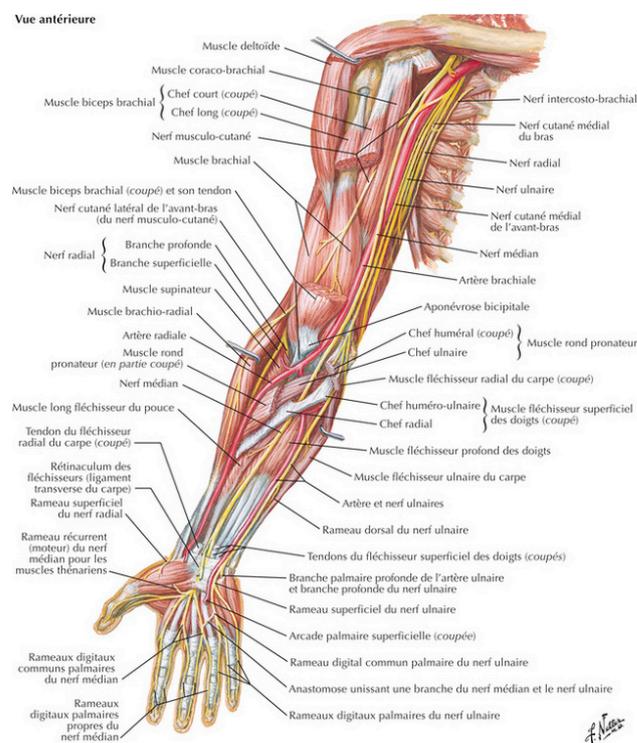


Figure 3 - Anatomie du membre supérieur [22]

Dans le cadre de paralysies cérébrales il est fortement touché. En effet, la fonction motrice étant altérée, l'enfant présente des difficultés à réaliser les actes de la vie quotidienne.

Ce dernier occulte de la pensée ce membre atteint et ne se concentre principalement que sur son membre sain. C'est pour cela qu'il est important de rééduquer ce membre afin de l'intégrer dans le schéma moteur de l'enfant à travers des exercices permettant de stimuler ce membre, en augmentant progressivement en force et complexité du mouvement.

Le travail de la TCIM se présente ici comme une alternative thérapeutique intéressante puisque l'on va se concentrer sur le travail du membre hémiplegique et empêcher toute compensation par le membre sain.

## 1.4 Une approche thérapeutique : la thérapie par contrainte induite ou thérapie induite par la contrainte

### 1.4.1 Historique

Elle a été initiée par le neuroscientifique Edward Taub aux Etats-Unis dans le but d'apporter une récupération supérieure (par l'amélioration de la préhension) pour des personnes adultes ayant subi des dégâts neurologiques à la suite d'accidents vasculaires cérébraux.

Il s'appuie sur les précédents travaux de Sarah Tower, qui en 1940, lors d'une étude réalisée sur des singes ayant une lésion du faisceau pyramidal, observe une diminution significative de l'utilisation de leur membre lésé [23]. Ceci s'explique car lors de l'aggravation de la lésion initiale, l'information motrice est spontanément léguée à l'hémicorps sain du fait d'une désafférentation sensitive. A partir de ces données, E. Taub réalise alors ses propres expérimentations sur des singes macaques, lesquelles ont fait l'objet de manifestations par des associations de défense des droits des animaux en 1981.

En effet, il opère chez ces derniers un processus de désafférentation (retirer les ganglions sensoriels), afin qu'ils ne puissent plus rien sentir, il montre que les singes pourraient dans certains cas, être amenés à utiliser le membre paralysé (alors que le membre sain est contraint) dans le but d'éviter les décharges électriques que le chercheur leur délivre, ou par faim extrême.

Il mène ensuite une expérimentation, publiée en 1993, à partir d'une population respectant les critères d'inclusion suivants : adultes âgés de moins de 75 ans, dont l'AVC date de plus d'un an, présentant une hémiparésie droite et peu de douleur, aucun problème d'équilibre ou de marche, sans déficit cognitif grave et avec une spasticité moindre, pas de problème médical incontrôlé, pouvant réaliser une extension active de minimum 10° des articulations métacarpo-phalangiennes et 20° des articulations inter-phalangiennes. Neuf personnes sont retenues, elles sont assignées au hasard dans un groupe expérimental ou de comparaison. Le groupe expérimental a été inclus dans un protocole intensif qui allie un entraînement d'une durée de 6 heures par jour (tâches à effectuer par le membre supérieur parétique) et une contrainte appliquée 90% du temps d'éveil sur le membre le moins atteint, sur une période de 14 jours [24].

Ceci lui permet de décrire cette découverte comme une « technique de rééducation visant à modifier le comportement du patient vis-à-vis de son membre déficitaire, avec pour objectif de réduire considérablement les incapacités en augmentant l'utilisation du membre supérieur dans les AVQ » [22].

Initiée chez les adultes, elle a ensuite été étudiée chez les enfants. En effet, en 2005 AC. Eliasson fut l'un des premiers à étudier la TCIM chez les enfants paralysés cérébraux présentant un membre supérieur hémiparétique. Le but était d'étudier cette approche en comparaison à un traitement pédiatrique conventionnel et se basait sur l'entraînement et l'apprentissage moteur par le jeu ainsi et la motivation 52 enfants, âgés de 18 mois à 13 ans étaient répartis en groupe expérimental et témoin. Ils devaient porter un gant de contention pendant 2 heures chaque jour sur une période de 2 mois. Les résultats obtenus montrèrent que les enfants ayant été contraints ont amélioré la capacité d'utilisation de leur main hémiparétique, il y a eu peu de frustration du fait que le traitement était adapté aux capacités et intérêts de chaque enfant [2].

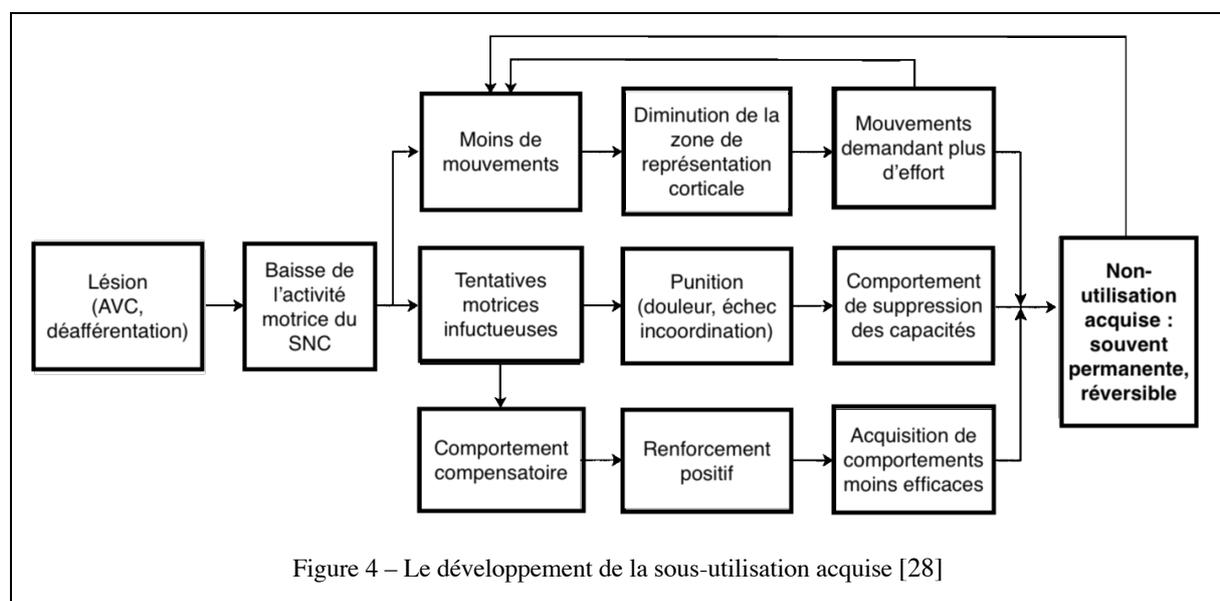
Puis A. Gordon s'est inspiré des travaux de Eliasson, afin de réaliser en 2007 une étude pilote dans le but d'étudier la faisabilité, la tolérance et l'effet de la thérapie par contrainte induite modifiée (mCIMT) chez les enfants présentant une hémiparésie (spastique ou dystonique) à la suite d'un AVC ischémique artériel. Huit enfants, de 10 à 15 ans, ont été sélectionnés, ils ont dû porter une attelle 2 heures par jour, 5 jours par semaine pendant un mois avec 2 heures de rééducation par jour. Après la mCIMT, aucune amélioration de la commande motrice (fonction sensorimotrice et qualité du mouvement) n'est à noter mais une meilleure coordination bimanuelle et utilisation des membres supérieurs dans les AVQ sont observées. Cela est conclu par le chercheur et son équipe comme une intervention prometteuse à exploiter [25].

#### 1.4.2 Définition et objectifs de la TCIM

On trouve de nombreuses définitions de cette approche thérapeutique, lesquelles s'accordent sur le fait que cette technique consiste à limiter, durant une phase d'éveil importante, les mouvements du membre supérieur sain (non-parétique) afin de développer la motricité du membre pathologique.

« On va ainsi empêcher ou limiter l'activité du membre supérieur sain et donc susciter l'activité du membre atteint par une répétition intensive de tâches spécifiques et/ou fonctionnelles » [26].

Elle a pour but de réintégrer le membre atteint dans les activités de la vie quotidienne par la réduction des incapacités de l'enfant, en luttant contre « la non-utilisation acquise » et contre la « négligence liée au développement » [27][28] par l'utilisation augmentée du membre lésé.



Cette non-utilisation acquise est le résultat observé d'une perte de fonction du membre puisqu'il n'est plus stimulé (existence de douleurs, troubles sensitifs altérant les capacités fonctionnelles) comme le décrit A. Yelnik en 2005 « lorsque la paralysie est sévère, au moins au début, et qu'aucun exercice actif significatif est possible, la tentation est grande de développer des substitutions par le membre sain. Ceci risque de conduire au **syndrome de non-utilisation acquise** » [29].

Afin d'expliquer ce concept, lorsqu'il y a une hémiparésie, cela peut entraîner une sous-utilisation du membre non fonctionnel mais ceci ne s'explique pas par des déficits moteurs mais plutôt par une sous-stimulation de l'hémisphère lésé, laquelle étant associée à une sur-activation de l'hémisphère sain. Cette sous-utilisation est aussi connue sous le terme d'**amnésie motrice fonctionnelle** ou **exclusion du membre**.

Par définition, la TCIM se base donc sur une association entre restriction du membre sain par une contention et exercices appropriés à réaliser. Elle implique un entraînement intensif du membre supérieur qui est atteint, alors qu'on applique au membre non atteint du patient, pendant une grande partie de la phase d'éveil, une contrainte de type écharpe, mitaine... dans le but de retirer les bénéfices nécessaires à la réintégration de ce membre pathologique dans les gestes de la vie courante. On amène la mise en œuvre d'une réorganisation corticale.

En 2013 une étude menée par E. Taub et G. Uswatte [30] a défini cette approche thérapeutique en 3 modalités :

- « Shaping » : l'utilisation forcée du bras atteint alors qu'on immobilise le membre sain plusieurs jours durant.
- « Repetitive task practice » : l'entraînement intensif de la motricité de ce membre lésé
- « Transfer package » : l'apprentissage de techniques comportementales afin de faciliter le transfert des acquis de la vie quotidienne.

En 2012, la Haute Autorité de Santé évalue la thérapie par contrainte induite du membre supérieur comme correspondant à un **grade B**, c'est-à-dire une « recommandation fondée sur une présomption scientifique fournie par des études de niveau intermédiaire de preuve » dans le cadre d'AVC en phase chronique sous la seule condition d'une récupération motrice des muscles de la loge postérieure de l'avant-bras. Cependant aucun grade n'est donné dans le cas d'atteinte neurologique qui concernerait des enfants ni, pendant la phase subaiguë chez les adultes. Selon ce même rapport, cette approche pourrait avoir un effet délétère en phase aiguë [26].

Comme il l'a été dit précédemment, faire accepter une contrainte à un enfant est beaucoup plus difficile que pour un adulte. C'est pour cela que les études sur les enfants sont peu nombreuses et très récentes.

Ainsi, la TCIM donne des résultats prometteurs chez les enfants paralysés cérébraux et les adultes hémiplegiques mais n'a pas d'intérêt démontré chez les enfants après une lésion cérébrale acquise car elle n'est que peu étudiée pour le moment chez ces patients [31].

La TCIM ne cesse de se développer et se diversifier ce qui fait que de nos jours, de nouvelles recherches ont lieu afin d'examiner les bénéfices d'une thérapie par contrainte induite modifiée, qui se base sur un temps réduit du port d'une contrainte et d'exercices par jour. Mais on développe d'autres concepts tels que :

- Le « babyCIMIT » plus adapté pour les nourrissons afin de permettre une prise en charge précoce
- Le « hybridCIMIT » qui étudie les effets de la combinaison TCIM et thérapie intensive bimanuelle sur la force de préhension, de pincement et la fatigabilité.
- Le « modified CIMIT ou mCIMIT » dont la contention et le traitement intensif sont inclus mais avec des variations dans le type de contention, l'âge du patient, la durée du programme de rééducation, la force du membre supérieur, la structure de rééducation...

## 1.5 La thérapie bimanuelle

Elle consiste en une alternative de la TCIM et se définit comme un ensemble de méthodes utilisant les deux membres supérieurs afin d'effectuer une tâche. Elle comprend « l'exécution d'une activité identique, les membres supérieurs bougeant de manière à la fois simultanée et indépendante en même temps » [32][33].

Selon la HAS, « cette technique a pour but de solliciter la motricité du membre supérieur hémiparétique avec le membre controlatéral par le biais de mouvements, symétriques ou non, réalisés bilatéralement ». Mais elle dit aussi qu'en l'état actuel des connaissances, cela ne permet pas conclure de l'intérêt de cette technique de rééducation dans le cadre d'AVC chez l'adulte en phase subaiguë et chronique [26].

C'est un concept récent car c'est en 1996, grâce aux travaux de Mudie et Matyas [34] que l'on doit la connaissance de cette nouvelle approche thérapeutique. En se basant sur la plasticité cérébrale, cette approche permettrait de favoriser l'action de l'hémisphère atteint par des connexions inter-hémisphériques.

Depuis d'autres chercheurs se sont penchés sur la question, comme c'est le cas de Charles et Gordon en 2006. En effet, dans la plupart des activités quotidiennes les tâches sont effectuées de façon bimanuelle, ainsi ces derniers expliquent que dans le cas de paralysies cérébrales unilatérales on pourrait retrouver des troubles de la coordination bimanuelle et ils décrivent à partir de cette constatation deux formes de mouvements bimanuels symétrique et asymétrique [35].

Ils mettent en place un protocole « HABIT » (de l'anglais Hand-Arm Bimanual Intensive Training) avec 6 heures par jour, pendant 10 jours d'activités bimanuelles chez des enfants dans un environnement où chaque enfant travaille seul avec un thérapeute, et est obligé d'utiliser ses deux mains. Les parents sont également impliqués. En effet, on leur demande de faire avec leurs enfants des activités bimanuelles 1 heure par jour pendant l'intervention puis 2 heures quand le protocole expérimental sera terminé afin de maintenir un effet positif et durable sur le long terme.

Ainsi cette technique s'applique aussi bien chez les adultes que les enfants présentant un déficit du membre supérieur à la suite d'un trouble neurologique (AVC, paralysie cérébrale...).

A la différence de la thérapie par contrainte induite, les critères d'évaluation sont moins nombreux, ce qui permet de prendre en charge une population de patients plus grande, bien qu'il faille avoir une fonction motrice minimale afin d'être éligible.

## 1.6 Plasticité cérébrale

Il est impossible de parler de TB ou de TCIM sans définir la notion de plasticité cérébrale, sur laquelle même se fondent ces techniques de kinésithérapie.

Ce concept, introduit en 1906 par un psychiatre italien E.Lugaro [36], désigne l'aptitude du système nerveux à modifier sa structure et son fonctionnement au cours de sa vie en réaction à des changements de son environnement. Ainsi les cellules nerveuses et les ensembles neuronaux, du fait de leur caractère non rigide et modifiable, vont pouvoir modifier leur forme,

leur réseau de connectivité et/ou leur mode de fonctionnement en réponse à des modifications internes ou externes.

On parle d'un processus dynamique et continu de **création**, de **renforcement** et d'**élimination des connexions synaptiques**. En effet on l'explique par le fait que l'être humain qui vient de naître fixe dans les fibres de son cerveau les informations qu'il reçoit du monde extérieur, afin de construire son intelligence. Chaque image et interaction laisse une trace de l'expérience vécue en connectant des neurones pour former des synapses. Ces dernières se forment dans le ventre de la mère et augmentent de manière exponentielle à la naissance (700 à 1000 nouvelles connexions par secondes se créent pendant les 6 premières années de la vie pour aboutir à un million de milliards de connexions chez l'enfant). En grandissant on perd plus de  $\frac{2}{3}$  des possibilités et on devient « spécialiste » du  $\frac{1}{3}$  restant. Les connexions les plus utilisées se renforcent pendant que les moins utilisées s'affaiblissent et s'éliminent par un processus appelé élagage synaptique. Le cerveau conserve les connexions des expériences les plus fréquentes.

En résumé, la plasticité cérébrale commence avant la naissance et se poursuit durant toute la vie avec une activité variée et plus de synapses à l'âge de 6 ans [3]. Elle diminue ensuite de manière progressive, plus nettement à la puberté mais se poursuit quand même à l'âge adulte.

La plasticité cérébrale est dépendante de l'environnement dans lequel l'enfant grandit. En effet, ce dernier acquiert en grande quantité des connaissances nouvelles puisque les connexions neuronales sont plus importantes, entraînant des modifications au niveau du cerveau, significatif d'apprentissage intensif à ce moment précis. Cela permet à l'enfant de « sculpter son cerveau. Dans un environnement où les interactions sociales sont faibles comme dans les orphelinats de Roumanie (sous la dictature de N. Ceausescu), il y a un risque chez ces enfants de produire des signes autistiques avec ainsi moins de plasticité cérébrale, c'est pour éviter cela que l'enfant doit être stimulé de manière positive.

La plasticité cérébrale est prise en compte dans les différentes techniques de rééducation citées précédemment.

En thérapie bimanuelle de nombreuses études ont été publiées et de nombreux chercheurs tels que KJ. Ottenbacher en 1993 [37], dit que la plasticité serait influencée de manière positive par des mouvements bimanuels. Dans le cas de mouvements symétriques bimanuels, les deux hémisphères cérébraux sont sollicités alors que les inhibitions intracorticales sont diminuées. A l'inverse quand on ne sollicite qu'un seul des deux membres supérieurs, les connexions interhémisphériques et l'hémisphère ipsilatéral sont inhibés dans le but d'éviter des mouvements non désirés lors du travail en miroir. Ainsi lorsqu'on a une lésion latéralisée, on constate une hyperexcitabilité du cortex moteur sain dû à une modification du corps calleux. Selon les hypothèses de Carrough et Summers [38], les connexions interhémisphériques pourraient être normalisées par des mouvements bilatéraux à travers le corps calleux.

## 1.7 Objectifs et intérêt de la revue

Étudier les effets que pourraient entraîner la TCIM par rapport à la TB sur les capacités motrices et fonctionnelles du membre supérieur atteint de l'enfant paralysé cérébral, représente un intérêt majeur dans cette revue.

En effet, ne faisant pas partie des recommandations de la HAS en milieu pédiatrique, la TCIM, si des effets positifs étaient démontrés, pourrait être une alternative intéressante à la TB dans la

prise en charge de cette pathologie. Cela permettrait ainsi de lui attribuer un grade de recommandation fondé sur les preuves comme cela est le cas chez les adultes.

Apporter des éléments d'appréciations aux kinésithérapeutes sur une possible thérapie à l'aide des dernières études publiées permettrait de voir s'il leur est possible d'intégrer cette approche au quotidien.

## 2 MÉTHODE

Afin de rédiger une revue de littérature qui soit la plus pertinente possible, il faut procéder en plusieurs étapes. Cela commence par la construction d'une problématique qui traduit le questionnement suivant :

« La thérapie par contrainte induite apporte-t-elle un intérêt supérieur par rapport à la thérapie bimanuelle dans l'amélioration de la fonction motrice et l'utilisation systématique du membre supérieur de l'enfant avec paralysie cérébrale ? »

### 2.1 Les critères d'éligibilité des études pour cette revue

Pour trouver les mots clés adéquats permettant d'élaborer une équation de recherche la plus proche possible de mon sujet, un travail en amont a été effectué en partant de la thématique large sur la paralysie cérébrale puis, au fur et à mesure des études trouvées, en affinant les critères de recherche.

#### 2.1.1 Le type d'étude

Dans cette revue, il est question de comparer l'utilisation de deux techniques de rééducation dans le cadre de paralysies cérébrales en secteur pédiatrique en formulant un questionnement clinique qui sera orienté vers une recherche d'études thérapeutiques.

Pour cela, les études retenues pour la réalisation de ce mémoire sont les essais cliniques randomisés (randomized controlled trial en anglais), d'auteurs internationaux. Ces derniers, dits de phase 3 permettent d'amener la preuve de l'intérêt ou la supériorité d'un traitement par rapport à un autre. C'est ce que nous cherchons ici à démontrer, c'est pour cela que ce type d'étude est très intéressant.

Le but est d'évaluer les effets qui surviennent dans un **groupe expérimental dit d'intervention** (suivant le protocole basé sur la thérapie par contrainte induite du mouvement) par rapport à ceux survenant dans un **groupe contrôle** (suivant le protocole basé sur la thérapie bimanuelle).

Le critère de jugement est fixé à l'avance, le choix des groupes doit être le résultat du hasard et le suivi des groupes avec au moins une personne en aveugle.

#### 2.1.2 La pathologie et la population

On s'intéresse dans cette revue aux enfants, du stade de nourrisson à celui de pré-adulte (17 ans au maximum), de sexe masculin ou féminin, et diagnostiqués paralysés cérébraux hémiparétiques.

Afin d'évaluer les bénéfices de la thérapie par contrainte induite, les enfants ayant suivi un protocole de rééducation similaire dans les mois précédents ou étant rééduqués (pour les membres supérieurs) au moment de l'étude ne seront pas sélectionnés.

De plus, certains enfants auraient pu avoir reçu des injections de toxine botulique afin de diminuer la spasticité, il serait préférable de ne pas les intégrer dans notre étude. Cependant ce traitement médical étant souvent envisagé et appliqué aux enfants paralysés cérébraux, on ne

peut pas tous les exclure. Ainsi si les injections sont récentes (moins de 6 mois avant le début de l'intervention), ils seront écartés de l'étude. Au-delà, ou si les enfants n'ont jamais été injectés ils pourront être éligibles.

Au même titre que les injections de toxine botulique, les enfants ayant subi des chirurgies afin d'allonger les tendons dans les mois précédents l'étude ne seront pas éligibles.

Si l'on a des cas d'enfants présentant une hémiplégie progressive dans les études, ces dernières seront exclues.

### 2.1.3 Les différents types d'intervention étudiés

Afin de réaliser ma revue de littérature, le traitement qui sera étudié est celui de la TCIM et éventuellement de la thérapie par contrainte induite modifiée. Celui-ci sera **comparé** à la TB. Si le comparateur est commun à chaque étude, la différence se situe dans le lieu d'administration des traitements et le choix des personnes organisant l'étude. Les interventions proposées aux enfants seront réalisées par des kinésithérapeutes et/ou des ergothérapeutes dans des écoles ou des centres de jour. De plus les parents auront une part importante car dans certaines études, réalisées au domicile des patients, ils sont acteurs du protocole en dirigeant les activités proposées, lesquelles sont établies à l'avance par des professionnels de santé.

### 2.1.4 Le critère de jugement principal et ses outils de mesure

L'objectif principal de cette étude est de voir s'il y avait une amélioration des capacités motrices et fonctionnelles (utilisation systématique) du membre supérieur.

Pour cela, plusieurs outils de mesure sont utilisés afin d'évaluer ce critère de jugement principal, et certains outils sont communs entre les études. Trois échelles d'évaluation seront principalement approfondies. Il s'agit des tests AHA (Assisting Hand Assessment) ou mini-AHA quand des nourrissons sont étudiés, le QUEST (Quality of Upper Extremity Skills Test) et le JTTHF (Jebsen-Taylor Test Hand Function). Le FI (Functional Inventory), le MUUL (Melbourne Assessment of Unilateral Upper Limb Function) et l'accélérométrie permettront également d'évaluer les critères de jugements cités ci-dessus.

Cependant dans les études sélectionnées, d'autres critères sont étudiés comme les progrès obtenus par rapport aux objectifs fixés (évalué par le score GAS) l'impact de la motivation sur la rééducation notamment grâce au questionnaire DMQ (Dimensions of Mastery Questionnaire). Même si ces paramètres constituent des critères de jugement secondaires, il semble intéressant d'en parler, même si cela est de manière exhaustive, afin de voir comment réagissent les enfants à ce type d'intervention ou comment élaborer des objectifs individualisés.

Les différents outils de mesures sont détaillés dans les annexes (*annexe 3*).

## 2.2 La méthodologie de recherche des études

### 2.2.1 Les sources documentaires investiguées

#### 2.2.1.1 Les bases de données électroniques

J'ai utilisé 4 bases de données afin de recueillir le plus d'informations possibles, j'ai choisi de les classer dans l'ordre à partir duquel j'ai obtenu les meilleurs résultats :

- **Medline** via le navigateur **PubMed**, base de données biomédicales permettant d'accéder à plus de 30 millions de références sous forme de résumés ou d'articles en texte intégral.
- **Cochrane Library**, bibliothèque spécialisée dans les domaines de la santé et de la médecine, comprenant plusieurs bases de données produites par Cochrane.
- **ClinicalTrials.gov**, base de données d'études cliniques sur des participants humains, menées à travers le monde et financées par des fonds publics et privés.
- **PEDro** (Physiotherapy Evidence Database), banque de données bibliographiques gratuite regroupant des revues systématiques, des essais cliniques randomisés et des recommandations de pratiques cliniques. Elle propose une évaluation, à partir de 11 items, de la qualité des essais cliniques randomisés par sa propre échelle appelée PEDRO scale.

L'ensemble des études sélectionnées est en anglais.

### 2.2.1.2 Recherche manuelle

Pour ce sujet, afin d'approfondir des notions capitales mais qui manquaient de précision dans les essais cliniques ou pour rédiger l'introduction, j'ai donc entrepris d'autres recherches à partir d'articles mais également de bouquins, de conférences et de vidéos. Cela a en effet été le cas pour parler de l'anatomie du système nerveux et du fonctionnement du membre supérieur. Pour cela j'ai emprunté des livres de neuro-anatomie à la faculté de médecine de la Timone.

## 2.2.2 L'équation de recherche

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

<b>Population / Pathologie</b>	Enfants de 0 à 17 ans présentant une paralysie cérébrale
<b>Intervention</b>	Thérapie par contrainte induite
<b>Comparateur</b>	Thérapie bimanuelle
<b>Outcome (critère de jugement)</b>	Aspect moteur et fonctionnel du membre supérieur

A partir de cette liste j'ai formulé une équation de recherche en procédant en plusieurs étapes, lesquelles vont être détaillées par la suite.

### 2.2.2.1 La sélection des mots clés et des synonymes

Tout d'abord, il faut faire une sélection de mots clés, laquelle est facilitée par le modèle PICO. Il est question de comparer deux traitements rééducatifs, la thérapie par contrainte induite et la thérapie bimanuelle lesquelles seront, dans l'ordre, numérotées 1 et 2. Ensuite, on étudie une catégorie de population bien précise, à savoir les enfants, laquelle sera définie par le numéro 3. Puis la pathologie constitue le dernier champ d'étude, c'est-à-dire 4.

En résumé, nous avons :

- 1 : La thérapie par contrainte induite du mouvement
- 2 : La thérapie bimanuelle
- 3 : Les enfants
- 4 : La paralysie cérébrale

Mais pour obtenir un nombre d'articles important dont la pertinence se rapproche au plus près de mon sujet, j'ai cherché les synonymes en rapport avec les mots clés cités ci-dessus. Cela a été effectué à partir du site MeSH (Medical Subject Headings) Inserm, thésaurus de référence dans le domaine biomédicale, ou à l'aide de traducteurs/dictionnaires gratuits comme Linguee ou DeepL considérés comme les plus performants de nos jours.

En français	En anglais
<b>1</b> : la thérapie par contrainte induite du mouvement, la thérapie du mouvement induit par la contrainte.	<b>1</b> : constraint induced movement therapy, modified constraint induced movement, CIMT
<b>2</b> : la thérapie bimanuelle, le traitement intensif bimanuel	<b>2</b> : bimanual therapy, bimanual intensive therapy, BIT
<b>3</b> : enfants, nourrissons, bébés, jeunes	<b>3</b> : children, infant, young, babies
<b>4</b> : Paralysie cérébrale, infirmité motrice cérébrale, infirmité motrice d'origine cérébrale, paralysie cérébrale congénitale.	<b>4</b> : cerebral palsy, infantile cerebral palsy, CP

Chacun des mots-clés a été vérifié sur la base de données de PubMed afin de s'assurer qu'il apportait des résultats intéressants et n'excluait pas des articles. Je me suis servie de ces mêmes mots-clés pour investiguer les autres bases de données.

#### 2.2.2.2 L'élaboration de l'équation de recherche

Les mots clés cités précédemment sont associés entre eux grâce à l'utilisation d'opérateurs booléens. Il s'agit d'outils documentaires indispensables qui permettent d'affiner, orienter une recherche, pour obtenir un nombre de données importantes (éviter le « silence », c'est-à-dire un nombre de notices insuffisant par rapport au nombre pertinent de résultats que l'on aurait dû avoir) et qui ne sont pas hors-sujet (éviter le « bruit »). Cela permet de mettre en commun des termes à rechercher et écrire des équations de recherche. On utilise trois opérateurs booléens ou logiques français **ET**, **OU** et **SAUF** dont les équivalents en anglais sont **AND**, **OR** et **NOT**.

Dans le cadre de mon équation de recherche, j'ai utilisé les opérateurs booléens AND et OR mais je n'ai pas utilisé le NOT car cela réduisait mon nombre d'articles et en excluait qui pouvaient potentiellement m'intéresser.

Cela a alors donné une équation de recherche, qui a été adaptée en fonction des bases de données investiguées et détaillée plus loin dans le document. L'équation citée ci-dessous est traduite dans les deux langues sur lesquelles les bases de ce mémoire s'appuient.

En français	En anglais
1 : (« thérapie par contrainte induite du mouvement », <b>OU</b> « thérapie du mouvement induit par la contrainte » <b>OU</b> « TCIM »). <b>ET</b>	1 : (« constraint induced movement therapy », <b>OR</b> « modified constraint induced movement » <b>OR</b> « CIMT »). <b>AND</b>
2 : (« thérapie bimanuelle », <b>OU</b> « thérapie intensive bimanuelle » <b>OU</b> « BIT ») <b>ET</b>	2 : (« bimanual therapy », <b>OR</b> « bimanual intensive therapy » <b>OR</b> « BIT »). <b>AND</b>
3 : (« enfants » <b>OU</b> « bébés » <b>OU</b> « jeunes »). <b>ET</b>	3 : (« child* » <b>OR</b> « infants » <b>OR</b> « young »). <b>AND</b>
4 : (« paralysie cérébrale » <b>OU</b> « paralysie cérébrale congénitale » <b>OU</b> « PC »).	4 : (« cerebral palsy » <b>OR</b> « infantile cerebral palsy » <b>OR</b> « CP »).

L'utilisation du symbole de l'astérisque \* permet de replacer une lettre ou un ensemble de lettres dans un mot, cela désigne les troncatures. En effet, les auteurs n'utilisent pas forcément les mêmes expressions pour parler d'un même sujet et l'utilisation de ce sigle permet de trouver un mot sous toutes ses déclinaisons possibles. Par exemple pour le mot « child », les articles contenant des termes tels que « children », « childhood » m'étaient proposés.

Avant d'être validée, cette équation de recherche a plusieurs fois été modifiée, ajustée et comparée afin d'obtenir les meilleurs résultats possibles.

- Sur PubMed

Je suis partie d'une recherche avancée, en utilisant l'équation de recherche citée ci-dessus. Elle apporte un résultat de **69 articles dont 29 ECR**, dont 27 datent de moins de 10 ans.

J'ai au départ souhaité la modifier afin de voir s'il y aurait un nombre d'articles plus importants et pertinents en ajoutant d'autres mots clés tels que « physio\* » et « rehab » relatifs à la kinésithérapie, ou en utilisant l'opérateur booléen OR entre les deux thérapies mais cela n'influence pas le résultat de manière significative.

Au vu de la pertinence des articles obtenus, c'est sur le nombre de 29 ECR que j'ai basé ma sélection des études sur PubMed.

- Sur PEDro

Une recherche simple a été effectuée et aucun opérateur booléen n'a été employé.

Le nombre de mots clés y est limité, j'en ai d'abord sélectionné 3 lesquels sont les suivants : « children », « bimanual therapy » et « constraint induced movement therapy ». J'ai obtenu 33 résultats dont 21 ECR.

J'ai alors ajouté le mot clé « cerebral palsy », j'ai obtenu **27 articles dont 21 ECR** ce qui me semble convenable. Sur ce résultat, j'ai basé ma sélection des études PEDro.

- Sur Cochrane Library

Une recherche avancée y a été effectuée. L'équation employée est la même que pour PubMed mais est réduite en nombre de mots clés ; ont été utilisés ceux correspondant à la recherche sur PEDro mais en ajoutant l'opérateur booléen AND entre chacun d'eux.

On obtient un résultat de **72 ECR** et 1 revue de littérature Cochrane. C'est à partir de cela que j'ai basé ma sélection d'articles Cochrane.

- Sur ClinicalTrial.org

En partant du mode recherche avancée, j'ai sélectionné le type de population que je voulais étudier, c'est-à-dire les enfants de 0 à 17 ans, filles et garçons, la pathologie observée à savoir la paralysie cérébrale, le type de traitement, c'est-à-dire la thérapie par contrainte induite et le type d'article qui m'intéressait, les essais cliniques randomisés. Le fait d'ajouter la thérapie bimanuelle comme traitement réduisant de manière trop importante le nombre d'articles, j'ai donc pris la décision de le retirer pour ma recherche.

Sur ClinicalTrial, aucun opérateur booléen n'a été utilisé, cela n'étant pas faisable.

**32 études** m'ont ensuite été proposées, j'ai validé ce résultat qui me semblait convenable avec un rapport nombre d'article-pertinence intéressant.

## 2.3 Extraction et analyse des données

Selon la base de données investiguée, la sélection des études a été différente. Les recherches sur ce sujet ont débuté en septembre 2019.

### 2.3.1 Sélection des études

Pour chaque base de données, la sélection des études est réalisée de manière différente. Ainsi j'ai détaillé, pour chacune d'elles, les étapes que j'ai suivies pour obtenir les articles les plus pertinents. Le seul point commun à toutes les études est le choix de la langue, si ces dernières n'étaient pas disponibles en anglais ou français, elles ont été éliminées.

Les essais cliniques combinant la thérapie par contrainte induite à la thérapie bimanuelle ou étudiant la TCIM en comparaison d'une autre thérapeutique seront exclus.

- Sur PubMed

C'est sur cette base de données que les recherches préliminaires ont été effectuées. Petit à petit j'ai construit mon équation de recherche, laquelle est citée plus haut.

Les étapes dans laquelle j'ai sélectionné les articles sont les suivantes :

- J'ai sélectionné dans les critères de recherche les essais cliniques randomisés (« randomized controlled trial »), les méta-analyses (« review ») et les revues systématiques (« systematic reviews »).
- Après avoir examiné les revues de littérature, je n'ai consacré mon temps qu'aux ECR.
- J'ai ensuite fait une sélection par titre puis une sélection par abstract
- De nombreux articles étaient des révisions des mêmes chercheurs, ils ont été réactualisés, je n'ai donc gardé que les plus récents.
- Enfin j'ai lu la partie « méthode » des articles potentiellement en accord avec mon sujet : ont été exclus ceux qui ne correspondaient pas aux critères PICO.

- Sur PEDro

Le procédé d'exclusion des résultats est similaire à celui de PubMed, puisque les revues de littérature présentes en début de liste sont d'abord exclues, puis une sélection par titre a été effectuée. On se rend compte que la totalité des articles restants sont des doublons de ceux trouvés sur PubMed, ils sont donc exclus. On regarde cependant les scores PEDro des articles qui peuvent potentiellement être inclus dans la revue.

- Sur Cochrane Library

Le protocole d'exclusion des articles est relativement le même que cité précédemment. Les revues de littérature sont d'abord exclues, puis on procède à une sélection en fonction des titres et des abstracts.

A la différence de PEDro, il existe sur Cochrane un onglet Source où il est indiqué différentes bases de données sur lesquelles on peut trouver les mêmes ECR, cela m'a permis ainsi de voir s'il existe des doublons d'articles.

- Sur ClinicalTrial.org

La sélection des articles est un peu différente des bases de données, car la présentation même des essais est différente. A chacun d'eux, il est inscrit le titre de l'étude, à quel stade elle en est (en train de recruter, étude complète, pas encore commencée...), les conditions (type de pathologie et population), l'intervention (type de traitement) et l'endroit où l'étude est effectuée.

C'est à partir du titre et de ce qui est inscrit dans les cases « intervention » et « condition » de la page de garde, que je base ma sélection puis affine cette dernière en lisant en détail la partie intervention/traitement.

Avant de lire le texte en intégralité afin de décider d'une possible inclusion d'un essai dans la revue, une dernière sélection a été effectuée pour l'ensemble des bases investiguées à partir de la disponibilité des articles. En effet j'ai contacté une dizaine de chercheurs afin d'obtenir des essais cliniques récents que je ne trouvais nulle part ou des compléments d'articles. Certains m'ont répondu, m'envoyant l'intégralité de l'article, d'autres m'ont expliqué que certains essais publiés sont des extraits de conférences et non des articles à part entière, enfin d'autres ne m'ont pas envoyé d'articles mais m'en ont envoyé d'autres susceptibles de m'aider pour la rédaction de mon mémoire. Lorsque je n'ai pas eu de réponses d'auteurs, j'ai donc dû exclure les articles.

### 2.3.2 Extraction des données

De nombreuses données ont été extraites à partir des études sélectionnées. Les articles ont été imprimés dans leur texte d'origine, à savoir l'anglais et j'y ai inscrit des annotations, surligné des données importantes. Je me suis intéressée aux éléments suivants :

- L'auteur ou les auteurs de l'étude, la date de publication ainsi que l'endroit où elle a été réalisée.
- Concernant l'étude : le thème et ses objectifs, le type (essai clinique, protocole), l'assignation des participants (secrète, en aveugle...) et la répartition aléatoire (randomisation), la durée de traitement, la présence du groupe expérimental et du groupe « contrôle », les sources de financement, les conflits d'intérêts.

- Relatif à la population : le nombre de sujets (au début et à la fin de l'étude, éventuellement des perdus de vue), leurs caractéristiques (âge, sexe), leurs similarités et/ou s'il y existe une particularité, les critères d'inclusion et exclusion.
- A propos du traitement : le type de traitement (TCIM, mCIMT, TB), le nombre de séances et leur durée, la dose, le type de contrainte appliquée (attelle, écharpe...), les personnes dirigeant le traitement et assurant le suivi (type et durée du suivi).
- Dans les résultats : les critères de jugement (principaux et secondaires) de l'étude, les différents biais relevés, les outils de mesure des résultats avec des données chiffrées et analyses statistiques\* ainsi que les dates de prise des résultats.

\*Plusieurs données seront prises en compte :

- La **taille d'effet** qui est calculée lorsqu'elle n'est pas indiquée. Le plus souvent elle est exprimée par le coefficient de corrélation  $r$  de Pearson.
- La **valeur de  $p$**  (coefficient de signification) permettant de contrôler la taille d'effet et de savoir si une différence est statistiquement significative
- Une **analyse inter et intra-groupes** pour les critères de jugements principaux
- L'**intervalle de confiance à 95%** permettant d'estimer les résultats, calculé à partir des **écarts-types**.

L'explication de ces 4 termes est disponible en annexe (*annexe 4*).

### 2.3.3 Évaluation de la qualité méthodologique des études requises

Voulant rédiger une revue de littérature sur la comparaison entre deux méthodes de rééducation, je n'ai sélectionné que des ECR. Afin d'estimer ces derniers, j'ai utilisé l'échelle PEDro [39] qui évalue la validité interne d'une publication, traduisant la crédibilité d'une étude. Elle examine les biais de sélection, détection, suivi, attrition ainsi que la quantité d'informations statistiques suffisantes pour interpréter des résultats. Elle comprend 11 critères, mais est notée sur 10 points, le critère 1 n'étant pas pris en compte car il correspond à la validité externe.

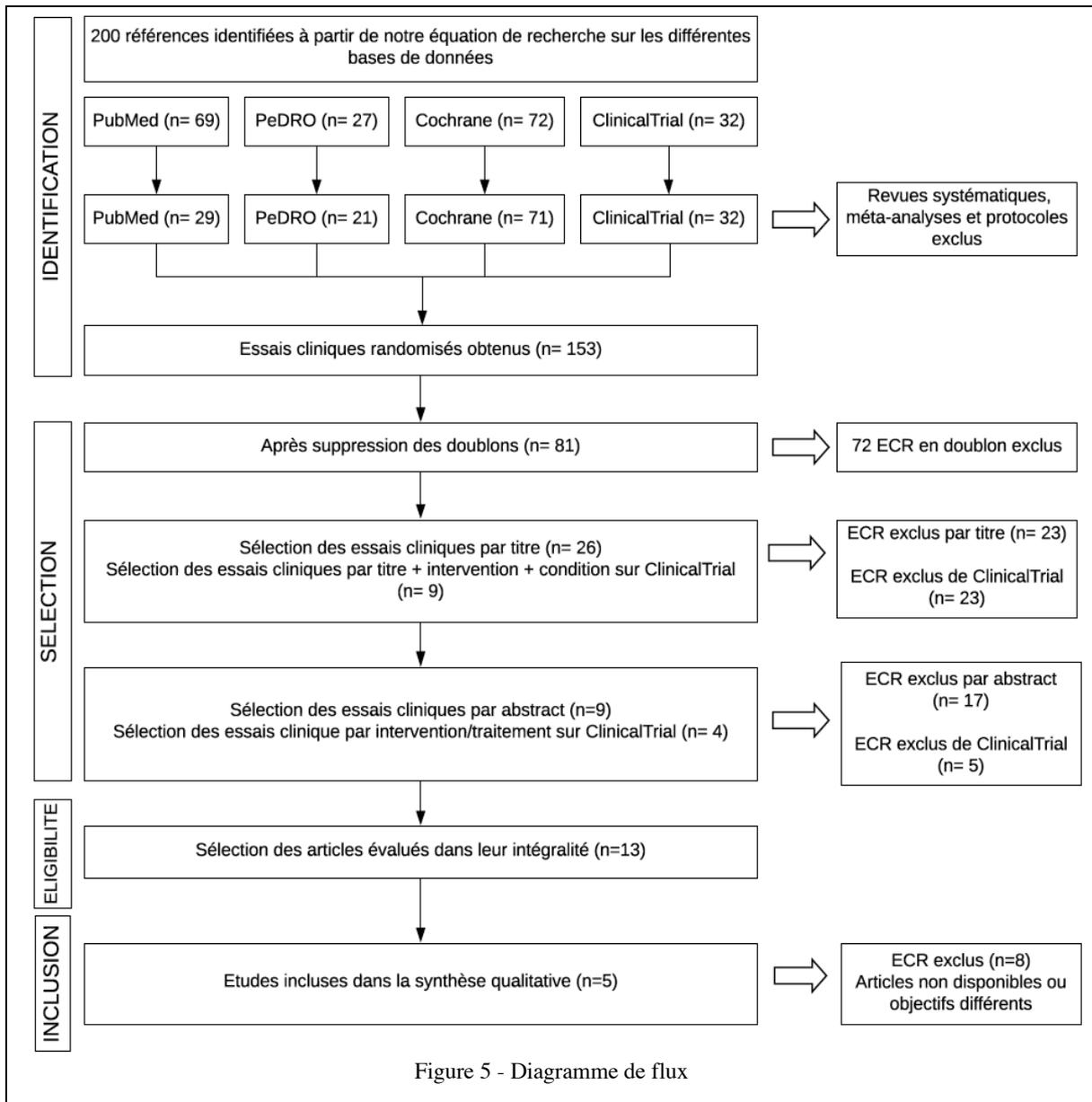
### 2.3.4 Méthode de synthèse des résultats

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

### 3 RÉSULTATS

#### 3.1 Description des études

##### 3.1.1 Diagramme de flux



La recherche bibliographique a été débutée en octobre 2019 et terminée en février 2020. Au total, 5 essais cliniques randomisés sont retenus afin de les inclure dans la revue de littérature.

##### 3.1.2 Études exclues

J'ai choisi de synthétiser la raison d'exclusion de mes études dont il a fallu lire en intégralité le texte, sous la forme d'un tableau. Sur 13 dernières études sectionnées, 8 ont été retirées pour les raisons suivantes.

Essais cliniques	Causes d'exclusion
Hung YC, 2011	Étude basée sur l'impact de la thérapie bimanuelle intensive dans l'amélioration de la coordination. Aucun outil de mesure référencé et fiable n'est utilisé pour comparer la TCIM à la TB.
Sakzewski L, 2011	L'objectif est différent puisque l'auteur cherche à savoir quelles sont les caractéristiques qui permettent de mieux répondre aux différents traitements proposés.
Sakzewski L., 2012	L'objectif est différent puisqu'on étudie l'amélioration de la qualité de vie des patients, et l'impact sur le bien-être.
Brito Bandão M., 2012	L'étude porte sur les performances d'auto-soins et la perception qu'ont les soignants vis-à-vis du gain fonctionnel après avoir soumis les enfants à la TCIM ou HABIT. Les outils de mesure utilisés ici sont différents des autres études et donc difficilement comparables par rapport aux autres ECR : Canadian Occupational performance Mesure (COPM) et Pediatric Evaluation of Disability Inventory.
Deppe W., 2013	La thérapie par contrainte induite modifiée est associée à la thérapie bimanuelle dans l'étude et donc non comparée.
DeLuca S., 2015	Essai clinique terminé mais résultats toujours en cours d'analyse (estimation prévue à l'été 2020)
Gordon A. 2016	Étude non terminée, la date de fin est prévue au 31/12/2020
Hussain A., 2019	Article introuvable après tentative de contacter l'auteur de l'article

### 3.1.3 Études incluses

L'ensemble des études est synthétisé sous forme de tableaux descriptifs.

Le groupe TCIM est le groupe expérimental et le groupe TB constitue le groupe contrôle.

<u>Sakzewski L. et al, 2011 : Randomized trial of constraint-induced movement therapy and bimanual training on activity outcomes for children with congenital hemiplegia [40]</u>	
<b>Méthode</b>	<p><b>Type d'étude :</b> Essai clinique randomisé en simple aveugle.</p> <p><b>Procédure de randomisation :</b> Les enfants sont, au départ, rassemblés par âge, sexe, côté de l'hémiplégie, fonction du membre supérieur (basé sur le score MUUL).</p> <p>Ils sont ensuite randomisés par paires à l'aide d'un ordinateur qui génère un nombre de chiffres aléatoires et d'enveloppes cachées ouvert par du personnel externe à l'étude.</p>
<b>Participants</b>	<p><b>Nombre de participants :</b> 64 au départ, 62 ont finalement suivi l'intervention à J-0, 58 à la fin de l'étude.</p> <p><b>Age moyen des participants :</b> Moyenne d'âge de <math>10,2 \pm 2,7</math> ans.</p> <p><b>Sexe ratio :</b> Plus de garçons (n= 33) que de filles (n= 30).</p> <p><b>Taille des échantillons :</b> CIMT (n= 32) et BT (n= 30).</p> <p><b>Recrutement :</b> Effectué par des médecins et « thérapeutes privés » dans les états du Queensland et Victoria (Australie).</p> <p><b>Critères d'inclusion :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Enfants atteints d'hémiplégie congénitale âgés entre 5 et 16 ans</li> <li>- Capables de pouvoir suivre des instructions</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spasticité importante sur l'échelle d'Ashworth modifiée comprise entre 1 et 3 pour les fléchisseurs du poignet, les pronateurs de l'avant-bras et/ou adducteurs du pouce gênant au niveau fonctionnel le membre supérieur.</li> </ul> <p><b>Critères d'exclusion :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dystonie majeure et/ou contracture musculaire (score &gt;3 sur l'échelle modifiée d'Aschworth)</li> <li>- Chirurgie orthopédique au niveau du membre supérieur effectuée</li> <li>- Changements de plâtres ou injections de toxine botulique dans le membre supérieur dans les 6 mois avant le début de l'étude</li> </ul>
<b>Intervention</b>	<p><b>Objectif :</b> Déterminer si l'entraînement unimanuel est plus efficace que l'entraînement bimanuel afin d'améliorer la qualité et l'efficacité du mouvement du membre supérieur atteint et son utilisation comme « assistant » de la main dans les activités bimanuelles.</p> <p>➔ Activités proposées sur le thème du cirque afin de stimuler la motivation pour l'engagement et la participation.</p> <p><b>Durée :</b> 6 heures par jour pendant 10 jours soit 60 heures d'intervention, 2 heures d'entraînement au cirque.</p> <p><b>Lieu :</b> Centres de jour en Australie (installations sportives communautaires de Melbourne et Brisbane) utilisant le travail intensif.</p> <p><b>Déroulé :</b> Chaque intervention est délivrée sur un groupe de 9 à 13 enfants</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Groupe CIMT</u> : Port d'un gant sur mesure, retiré lors de la toilette et lors des activités de cirque aérien et parcours de corde</li> <li>- <u>Groupe BIM</u> : Aucune contrainte appliquée. Basée sur le principe HABIT, les instructions sont explicites afin d'expliquer comment la main doit être utilisée.</li> </ul> <p>Les activités proposées se basent sur les principes d'apprentissage moteur, la pratique de tâches spécifiques, la résolution de problèmes (en individuel ou collectif). Les tâches seront modifiées ainsi que les contraintes appliquées afin de diversifier les activités.</p> <p>Il s'agit d'activités de motricité fine avec des objectifs fonctionnels établis 2 heures avant le début du centre, des jeux de motricité globale.</p> <p>Le but des activités : Qu'elles soient innovantes, amusantes, motivantes, qu'elles poussent à s'auto-encourager et à répéter volontairement les mouvements souhaités.</p> <p><b>Suivi :</b> Par 4 kinésithérapeutes et ergothérapeutes au courant de l'affectation dans les groupes.</p>
<b>Outcomes</b>	<p><b>Principaux outils de mesure :</b> Les outils de mesure suivants sont considérés comme les instruments psychométriques les plus puissants.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'échelle MUUL afin de mesurer la qualité du mouvement du bras affecté</li> <li>- Le test AHA</li> </ul> <p><b>Autre outil de mesure :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le test JTTHF</li> </ul> <p><b>Prise des mesures :</b> Au début du traitement, à 3 puis 26 semaines après le traitement. Les premiers résultats de mesure ont été enregistrés sur bande vidéo et notés dans un ordre aléatoire.</p>

<u>Gordon A. et al, 2011 : Bimanual training and Constraint-Induced Movement therapy in children with hemiplegic cerebral palsy [41]</u>	
<b>Méthode</b>	<b>Type d'étude :</b> Essai contrôlé randomisé. <b>Procédure de randomisation :</b> Non précisé.
<b>Participants</b>	<b>Nombre de participants :</b> 44 enfants au départ, 42 à la fin de l'étude. <b>Age moyen des participants :</b> de 3,5 à 10 ans. <b>Sexe ratio :</b> Plus de filles (n= 22) que de garçons (n= 20). <b>Taille des échantillons :</b> CIMT (n= 21) et HABIT (n= 21). <b>Recrutement :</b> Effectué dans des cliniques de New-York par des kinésithérapeutes ou ergothérapeutes. <b>Critères d'inclusion :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité de faire une extension du poignet &gt;20° et des doigts au niveau des articulations métacarpo-phalangienne &gt;10° en partant de la flexion complète</li> <li>- Capacité à soulever le bras affecté de 15 cm au-dessus de la surface de la table et saisir des objets légers</li> <li>- Une différence au score JTTHF &gt;50% entre les 2 mains et un temps en dessous du maximum possible (1080 sec) de la main parétique</li> <li>- Être scolarisé et avoir un score au test d'intelligence Kaufman Brief Score &gt;70</li> <li>- Pouvoir suivre les instructions pendant la sélection et finir le test</li> </ul> <b>Critères d'exclusion :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Problèmes de santé dissociés de la PC</li> <li>- Troubles convulsifs non traités</li> <li>- Problèmes visuels gênant le traitement et les tests</li> <li>- Tonus musculaire sévère avec un score &gt;3 à l'échelle modifiée d'Ashworth</li> <li>- Chirurgie orthopédique sur la main parétique &lt;1 an</li> <li>- Injection de toxine botulique au membre supérieur au cours des 6 derniers mois ou traitement prévu durant l'essai clinique</li> <li>- Problèmes d'équilibre empêchant le port d'une écharpe</li> </ul>
<b>Intervention</b>	<b>Objectif :</b> Comparer l'efficacité de la thérapie par contrainte induite à un traitement bimanuel non contraignant d'intensité et de fréquence égales. → Pratique de tâches progressives intensives basée sur le principe de l'apprentissage moteur. <b>Durée :</b> 6 centres de jours organisés de juillet 2007 à 2009. Les enfants engagés dans le traitement à raison de 6 heures par jour pendant 15 jours consécutifs = 90 heures. Exercices de 15 à 20 minutes. <b>Lieu :</b> Centres d'été aux États-Unis. <b>Déroulé :</b> 2 à 5 enfants ont participé à chaque traitement dans chaque centre, travaillant individuellement avec leur thérapeute ou en groupe. La pratique des tâches nécessite la décomposition de la motricité en plus petits mouvements tout en augmentant les répétitions et les exigences. L'intensité est également augmentée sur des intervalles de 30 secondes et la difficulté des tâches augmente quand le participant arrive à faire entre 7 et 10 répétitions. <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Groupe CIMT :</u> La sangle est portée continuellement (sauf lors des pauses ou de la toilette). Les enfants effectuent des activités de motricité fine et de motricité globale permettant de faire des mouvements plus généraux, le tout étant ludique, fonctionnel et</li> </ul>

	<p>adapté à l'âge. Les praticiens donnent une assistance quand cela est nécessaire (par exemple, orienter la feuille quand un enfant coupe).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Groupe BIM :</b> On augmente en complexité en passant d'une assistance passive non dominante (par exemple tenue de la feuille de papier pendant que l'enfant y dessine) à une manipulation active (par exemple, quand l'enfant coupe le papier il suit les contours) suscitant un plus grand intérêt chez les enfants et une coordination bimanuelle plus poussée. Les mouvements sont symétriques (attraper des objets avec les 2 mains) et asymétriques (séparer les objets).</li> </ul> <p><b>Suivi :</b> Effectué par 42 praticiens (médicaux et paramédicaux) dont 8 ergothérapeutes et kinésithérapeutes par paire d'enfants.</p> <p>Les enfants sont invités à continuer de réaliser les exercices à domicile, 1 heure par jour pendant 6 mois, mais sans le port de contrainte lors des activités unimanuelles.</p>
<b>Outcomes</b>	<p><b>Principaux outils de mesure :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le test <b>AHA</b> qui quantifie l'efficacité avec laquelle l'enfant utilise sa main paralytique dans les activités bimanuelles. Le test est enregistré par bande vidéo et noté hors du site par un évaluateur en aveugle.</li> <li>- Le test <b>JTTHF</b> est un test de stimulation fonctionnelle des tâches qui permet de quantifier le temps que met un enfant pour terminer un nombre d'activités unimanuelles : retournement de cartes, placement d'objets, manger, empiler des pions, manipuler des boites vides et pleines.</li> </ul> <p><b>Autres outils de mesure :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le test <b>QUEST</b>, utilisé afin de dissocier les mouvements de l'extrémité distale et proximale de la main et pour évaluer la saisie d'objet par les 2 mains.</li> <li>- L'<b>accélérométrie</b> permettant de capter les mouvements</li> <li>- Le score <b>GAS</b> est utilisé pour quantifier les objectifs fixés avant l'assignation dans les différents groupes</li> </ul> <p><b>Prise des mesures :</b> Avant le traitement, dans les 2 jours suivants et à 1 mois et 6 mois après par un kinésithérapeute en aveugle.</p>

<b>Gelkop N. et al, 2013 : Efficacy of constraint-induced movement therapy and bimanual training in children with hemiplegic cerebral palsy in an educational setting [42]</b>	
<b>Méthode</b>	<p><b>Type d'étude :</b> Essai clinique randomisé par assignation secrète.</p> <p><b>Procédure de randomisation :</b> Non précisé.</p>
<b>Participants</b>	<p><b>Nombre de participants :</b> 16 au départ, 12 à la fin de l'étude.</p> <p><b>Age moyen des participants :</b> de 1,5 à 7 ans.</p> <p><b>Sexe ratio :</b> Plus de filles (n= 10) que de garçons (n= 2).</p> <p><b>Taille des échantillons :</b> CIMT (n= 6) et HABIT (n= 6).</p> <p><b>Recrutement :</b> Effectué au Meshi Children's Rehabilitation Center en prenant les élèves avec des handicaps physiques.</p> <p><b>Critères d'inclusion :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité à étendre le poignet de 20°</li> <li>- Pouvoir relâcher des objets de la main</li> <li>- Capacités cognitives appropriées à l'âge basé sur des évaluations par des psychologues de l'école</li> </ul>

	<p><b>Critères d'exclusion :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Enfants impliqués dans un traitement thérapeutique intensif ou ayant reçu des injections de toxine botulique au niveau du membre supérieur dans les 6 derniers mois ou en essai d'un nouveau traitement durant la période d'étude</li> </ul>
<b>Intervention</b>	<p><b>Objectif :</b> Étudier l'efficacité de la thérapie par contrainte induite modifiée et la thérapie bimanuelle intensive afin d'influer sur le schéma général des mouvements de l'enfant.</p> <p>➔ Exercices donnés afin d'améliorer la force, l'amplitude des mouvements et prendre conscience de la main lors des mouvements auquel on ajoute les étirements</p> <p><b>Durée :</b> 2 heures d'activités par jour, 6 jours par semaine pendant 8 semaines. Sur ces 2 heures d'exercice, 1 est effectuée en session individuelle et l'autre en session collective. Les activités sont variées et durent entre 15 et 20 minutes.</p> <p><b>Lieu :</b> Dans une école maternelle et préscolaire en Israël.</p> <p><b>Déroulé :</b> Exercices basés sur la théorie du développement neurologique avec des objectifs définis par les parents et thérapeutes en début d'année.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Groupe CIMT</u> : Port d'un gant pendant les 2 heures d'exercice. Les enfants sont aidés par les intervenants en cas de soin (par exemple tenir un fruit pendant que l'enfant le coupe)</li> <li>- <u>Groupe HABIT</u> : Aucune contrainte appliquée. Les intervenants évitent de donner des recommandations verbales afin de voir si l'enfant utilise de lui-même sa main parétique</li> </ul> <p>Les contraintes appliquées dans l'exécution des tâches sont peu à peu augmentées, on demande des mouvements ciblés et des exercices sont effectués afin de travailler sur la coordination spatio-temporelle. Des tâches partielles sont également exécutées afin de travailler sur les habiletés motrices en petites parties (par exemple tourner les pièces d'un puzzle favorisant la supination de l'avant-bras) tout en augmentant la difficulté (répétition, vitesse... → tourner le plus de cartes possibles en 30 secondes).</p> <p><b>Suivi :</b> Assuré par des ergothérapeutes et des assistants qui doivent être motivants pendant les sessions. 3 fois par semaine ils se réunissent avec les superviseurs de l'étude afin de réadapter le traitement en fonction de ce qui est obtenu.</p>
<b>Outcomes</b>	<p><b>Principal outil de mesure :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le test <u>AHA</u></li> <li>- Le test <u>QUEST</u></li> </ul> <p><b>Autres outils de mesure :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le système de classification <u>MACS</u> ± (utilisé pour classier les enfants dans chaque groupe au début de l'étude)</li> </ul> <p><b>Prise des mesures :</b> 2 mois avant, au début, à la fin, et 2 mois après l'intervention.</p>

Zafer H. et al, 2016 : Effectiveness of constraint-induced movement therapy compared to bimanual therapy in upper motor function outcome in child with hemiplegic cerebral palsy [43]

<b>Méthode</b>	<p><b>Type d'étude :</b> Essai clinique randomisé par assignation secrète.</p> <p><b>Procédure de randomisation :</b> Non précisé.</p>
----------------	--

<b>Participants</b>	<p><b>Nombre de participants :</b> 18</p> <p><b>Age moyen des participants :</b> de 1,5 à 12 ans, avec une moyenne d'âge de <math>8,75 \pm 3,06</math>.</p> <p><b>Sexe ratio :</b> 83% de garçons (n= 15), 17% de filles (n= 3).</p> <p><b>Taille des échantillons :</b> CIMT (n= 9) et BMT (n= 9).</p> <p><b>Recrutement :</b> Non précisé.</p> <p><b>Critères d'inclusion :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Enfants avec hémiplegie spastique</li> <li>- Âgés entre 1,5 et 12 ans</li> <li>- Capacité d'étendre son poignet de <math>10^\circ</math> et de <math>10^\circ</math> d'extension des doigts</li> </ul> <p><b>Critères d'exclusion :</b> Non précisé.</p>
<b>Intervention</b>	<p><b>Objectif :</b> Déterminer l'efficacité de la TCIM par rapport à la BMT afin d'améliorer l'état fonctionnel du membre hémiplegique.</p> <p><b>Durée :</b> 2 heures par jour, 6 jours par semaine pendant 2 semaines.</p> <p><b>Lieu :</b> National Institute of Rehabilitation Medicine d'Islamabad (Pakistan)</p> <p><b>Déroulé :</b> Utilisation du cadre familial afin d'obtenir de meilleurs résultats et réduire le coût du traitement.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Groupe CIMT</u> : Coude et main restreints par une sangle attachée au tronc</li> <li>- <u>Groupe BMT</u> : Aucune contrainte appliquée</li> </ul> <p>Les activités proposées stimulent la visée, la saisie, la manipulation et libération d'objets, le port de poids.</p> <p><b>Suivi :</b> Par contact téléphonique avec des thérapeutes afin d'évaluer les progrès et l'adhésion au protocole.</p>
<b>Outcomes</b>	<p><b>Principal outil de mesure :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- QUEST</li> </ul> <p><b>Autres outils de mesure :</b> Aucun</p> <p><b>Prise des mesures :</b> Avant et après l'intervention.</p>

<p><u>Chamudot R. et al, 2018</u> : Effectiveness of Modified Constraint-Induced Movement Therapy compared with Bimanual Therapy home programs for infants with hemiplegia [44]</p>	
<b>Méthode</b>	<p><b>Type d'étude :</b> Essai contrôlé randomisé en simple aveugle.</p> <p><b>Procédure de randomisation :</b> Randomisation par bloc effectuée par un agent extérieur.</p>
<b>Participants</b>	<p><b>Nombre de participants :</b> 36 au départ, 33 à la fin de l'étude.</p> <p><b>Age moyen des participants :</b> 11,1 mois d'âge corrigé <math>\pm 2,2</math>.</p> <p><b>Sexe ratio :</b> Plus de garçons (58%, n= 19) que de filles (42%, n= 14).</p> <p><b>Taille des échantillons :</b> mCIMT (n= 17) et BIM (n= 16).</p> <p><b>Recrutement :</b> Effectué par des neurologues pédiatriques, kinésithérapeutes et des ergothérapeutes par le biais des services de santé publique.</p> <p><b>Critères d'inclusion :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagnostic formel par un médecin de paralysie cérébrale avec hémiplegie spastique</li> <li>- Enfants âgés de 8 à 16 mois (18 mois à la fin du traitement) → Tranche d'âge du test mini-AHA</li> <li>- Pouvoir suivre une instruction simple adaptée à l'âge</li> <li>- Accord parental afin de participer à l'étude et formulaire de consentement éclairé soumis par l'IRB (institutional review board) signé</li> </ul>

	<p><b>Critères d'exclusion :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Problèmes médicaux surajoutés tels que les troubles respiratoires, l'épilepsie pharmacorésistante</li> <li>- Pas de différence dans la fonction entre les 2 mains</li> </ul>
<b>Intervention</b>	<p><b>Objectif :</b> Comparer l'efficacité de la thérapie par contrainte induite modifiée à un traitement bimanuel non contraignant d'intensité égale et évaluer la relation entre les résultats de ces traitements avec des données médicales, démographiques, et les variables de motivation.</p> <p>➔ Exercices à faire à la maison dans le but d'utiliser la main affectée et permettre d'améliorer la fonction motrice de la main</p> <p><b>Durée :</b> 1 heure par jour de jeux avec les parents, 7 jours sur 7, pendant 8 semaines. Les parents peuvent diviser les sessions quotidiennes en 2 sessions par jour.</p> <p><b>Lieu :</b> Domicile des enfants, en Israël.</p> <p><b>Déroulé :</b> Nourrisson assis sur une chaise haute ou sur le sol, avec support de tronc fourni en cas de besoin.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Groupe mCIMT :</b> Port d'une mitaine douce afin de prévenir la saisie d'objet avec la main valide. Les exercices sont du type : manger un biscuit, renverser une tour de cubes...</li> <li>- <b>Groupe BIM :</b> Aucune restriction physique et encourager l'utilisation symétrique des mains par des exercices du type : secouer une paire de hochets, faire du xylophone avec les 2 mains. Mais aussi encourager une utilisation asymétrique des mains par des exercices tels que retirer les perles d'un bâton, enlever les cubes d'un contenant.</li> </ul> <p>Les activités dans les 2 groupes ont été conçues pour être aussi similaires que possible concernant les jouets utilisés, le contenu et le niveau de jeu.</p> <p><b>Suivi :</b> Réalisé par des ergothérapeutes venant une fois par semaine au domicile des parents. Ils donnent des conseils basés sur le principe de l'apprentissage moteur, avec des activités adaptées au développement de l'enfant et motivantes. Ils surveillent l'utilisation active de la main et prévoient des activités à faire réaliser pendant la semaine.</p> <p>Les parents eux doivent tenir un journal quotidien sur lequel ils inscrivent les activités réalisées, la réaction émotionnelle de leur enfant vis-à-vis du traitement, s'ils arrivent à respecter le programme et enfin leurs observations surtout concernant l'amélioration ou le changement de la fonction motrice.</p>
<b>Outcomes</b>	<p><b>Principaux outils de mesure :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le <u>Mini-AHA</u> pour mesurer l'impact du traitement sur la fonction de la main.</li> <li>- Le <u>Functional Inventory</u> développé ici à cause de la rareté des résultats disponibles pour cette population afin d'évaluer l'impact d'un traitement sur la fonction motrice et manuelle globale.</li> </ul> <p><b>Évaluation supplémentaire :</b> <u>DMQ</u> afin d'évaluer la relation possible entre la motivation et le résultat du traitement.</p> <p><b>Prise des mesures :</b> Avant et après le traitement.</p>

Un nombre total de 197 enfants, âgés de 8 mois d'âge corrigé pour les plus jeunes à 12 ans pour les plus âgés, ont débuté les différents programmes thérapeutiques dans lesquels ils ont été intégrés.

Selon les études il y a une variation dans le type d'intervention, puisque la thérapie par contrainte induite modifiée est privilégiée dans les articles de Chamudot et de Gelkop à l'inverse des trois autres études qui utilisent la thérapie par contrainte induite dite « standard ».

L'ensemble des études a pour but de comparer TCIM ou mCIMT à de la thérapie bimanuelle. Chaque enfant est assigné à l'un des deux traitements et ces derniers seront effectués à dosages égaux (même intensité). Le comparateur est donc semblable à l'ensemble des études et dans aucun des essais, les techniques ne sont combinées l'une avec l'autre.

La durée d'intervention et du port de la contention diffère également en fonction des études et de l'endroit où elle est réalisée. Certaines études se basent sur des activités effectuées au domicile de l'enfant (Chamudot, Zafer), d'autres dans des centres de jour (Gordon, Sakzewski), sur le lieu d'étude (Gelkop). Il en va de 1 heure par jour pendant 8 semaines (Chamudot) à une durée plus courte mais plus intensive de traitement (6 heures d'exercices intensifs par jour pendant 15 jours (Gordon)).

Un tableau synthétique est présenté ci-dessous afin de résumer les études sous forme d'informations essentielles et comparables entre elles.

Tableau 1 - Récapitulatif des différents essais-cliniques randomisés intégrés dans cette revue de littérature

Étude	Participants (nombre, tranche d'âge, pathologie)	Intervention	Comparateur	Durée de l'intervention	Critères de jugement (principal et secondaire)
<b>Sakzewski L. et al, 2011</b>	63 enfants 10,2 ± 2,7 ans Hémiplégie congénitale	TCIM	BIM	6 heures par jour pendant 10 jours consécutifs (60 heures)	<u>MUUL</u> <u>AHA</u> <u>JTTHF</u> , Force de préhension et sensibilité
<b>Gordon A. et al, 2011</b>	42 enfants De 3,5 à 10 ans PC avec hémiparésie	TCIM	HABIT	6 heures par jour pendant 15 jours consécutifs (90 heures)	<u>JTTHF</u> <u>AHA</u> <u>Accélérométrie</u> , <u>QUEST</u> , <u>GAS</u>
<b>Gelkop N. et al, 2013</b>	12 enfants De 1,5 à 7 ans Hémiplégie congénitale	TCIM modifiée	HABIT	2 heures par jour, 6 jours par semaine pendant 8 semaines	<u>AHA</u> <u>QUEST</u>
<b>Zafer H. et al, 2016</b>	20 enfants De 1,5 à 12 ans PC avec hémiplégie spastique	TCIM	BMT	2 heures par jour, 6 jours par semaine, pendant 2 semaines	<u>QUEST</u>
<b>Chamudot R. et al, 2018</b>	33 nourrissons 11,1 mois d'âge corrigé ± 2,2 PC avec hémiplégie spastique	TCIM modifiée	BIM	1 heure par jour pendant 8 semaines	<u>Mini-AHA</u> <u>FI (GMS, UHU, BHU)</u> <u>DMQ</u>

## 3.2 Risque de biais des études incluses

### 3.2.1 Grille d'analyse utilisée

Afin d'évaluer la validité interne de mes études et les risques de biais potentiels j'ai utilisé l'échelle PEDro (*annexe 5*). Le tableau présent ci-dessous permet de regrouper les différents essais cliniques sélectionnés en indiquant le score, établi en fonction des items présents, à partir de la base de données du même nom.

Tableau 2 - Les scores obtenus à l'échelle PEDro

Items \ ECR	Sakzewski L. et al	Gordon A. et al	Gelkop N. et al	Zafer H. et al	Chamudot R. et al
1	√	√	√	√	
2	√	√	√	√	√
3	√	√	√		
4	√	√	√	√	√
5					
6					
7	√	√	√		√
8	√	√	√	√	
9	√		√		√
10	√	√	√	√	√
11	√	√	√	√	√
<b>Total</b>	8/10	7/10	8/10	5/10	6/10

#### Validité Interne - Liste des différents biais par items :

Biais de **sélection**

Biais d'**évaluation** ou de **détection**

Biais de **suit**

Biais d'**attrition**

**Quantité d'informations statistiques suffisantes** permettant l'interprétation de résultats

Le critère 1 n'est pas pris en compte dans la notation de l'étude puisqu'il influence la validité externe. Seuls les critères 2 à 11 permettront d'établir un score permettant d'identifier les essais cliniques potentiellement ou réellement randomisés susceptible d'avoir une bonne validité interne (items 2 à 9) et avoir suffisamment d'informations statistiques pour rendre les résultats interprétables (items 10 et 11).

Pour l'item 9 de l'essai clinique de Gordon A., ce dernier n'est pas indiqué comme validé, or il est précisé dans l'article que les principes « en intention de traiter » ont été utilisés (sous partie « analyse statistique » de la partie « méthode »). J'aurais donc évalué cet article au score de 8/10 et non 7 comme cela est indiqué par le score PEDro.

### 3.2.2 Synthèse des biais retrouvés

Parmi le nombre d'essais cliniques sélectionnés, on trouve différents biais lesquels sont détaillés ci-dessous.

### 3.2.2.1 Validité interne

On peut d'abord parler de la taille des échantillons dans les études et du biais d'échantillonnage. En effet, certains échantillons (Gelkop N. et al, Zafer H. et al) sont de petites tailles et peuvent ainsi être considérés comme non-représentatifs de la population. La qualité de l'étude peut alors être moyenne ou faible. Pour autant, l'étude de Gelkop présente un score PEDro élevé malgré le faible nombre de participants à l'étude.

De plus, dans l'ensemble des essais cliniques présentés, tous ont utilisé le modèle de répartition aléatoire (item 2) et tous les groupes étaient similaires au début de l'étude en regard des indicateurs pronostics les plus importants (item 4). Cependant, pour deux études (Chamudot R. et al, Zafer H. et al), l'assignation secrète n'est pas respectée (item 3), ceci entraîne donc un **biais de sélection**.

Par la suite, en évaluant les critères 5 à 7, on se rend compte de l'existence d'un **biais d'évaluation ou de détection** conséquent puisque dans l'ensemble des essais cliniques, aucun des sujets et des thérapeutes ayant administré le traitement ne sont en aveugle. L'étude de Zafer H. présente un biais de détection total puisqu'il y a un non-aveuglement des thérapeutes, des sujets et des examinateurs pour au moins l'un des critères de jugement essentiel.

Il n'y a aucun biais de suivi puisque toutes les études répondent au critère 8 à savoir « 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 ».

Le **biais d'attrition** est présent puisque certains enfants, initialement intégrés au protocole n'ont pas suivi les interventions expérimentale et contrôle conformément à leur répartition. On les considère comme des perdus de vue ou drop-out en anglais. Cela est le cas dans le cadre des études de :

- Chamudot R. : 36 enfants ont débuté l'essai, mais 3 enfants ont quitté le protocole pour cause de conséquences familiales ou parce que les performances recueillies au score du mini-AHA étaient maximales.
- Zafer H. : Dans les 20 enfants ayant intégré le protocole, deux sont écartés du fait d'un manque de suivi.
- Gordon A. : Dans les 44 enfants randomisés pour débiter l'étude, deux sont écartés du fait d'un changement d'accord de la part de la famille ou de l'échec au pré-test. Cependant il est précisé dans cette même étude que les principes « en intention de traiter » ont été utilisés signifiant que l'analyse est effectuée comme si les sujets avaient reçu le traitement.

Ce biais s'explique par le fait qu'il existe très souvent des écarts au protocole dans les essais cliniques ce qui aboutit à l'obtention de perdus de vue, pour de multiples raisons, car ces patients n'ont pas reçu le traitement initialement prévu.

Enfin dans l'ensemble des études, la quantité d'information statistiques est considérée comme suffisante permettant ainsi l'interprétation de résultats. En effet toutes disposent d'une comparaison statistique intergroupe, dans le cadre de notre revue de littérature, la TCIM par rapport à la TB. De plus, pour l'ensemble des études, l'estimation des effets et de la variabilité est indiquée pour au moins un des critères de jugement essentiels.

### 3.2.2.2 Validité externe

L'étude de Chamudot R., ne répond pas aux critères de l'item 1 car bien que les critères d'éligibilité aient été précisés, la source du recrutement reste évasive contrairement à d'autres études. On peut alors douter de « l'applicabilité » des résultats de cet ECR.

## 3.3 Effets de l'intervention

Dans le but d'évaluer les critères de jugement, une analyse statistique intergroupe a été réalisée en prenant en compte la **valeur p** (coefficient de signification) afin de contrôler la **taille de l'effet**. Il faut savoir si les résultats sont plutôt la conséquence du hasard ou du traitement administré, ceci étant exprimé par p.

- Si  $p < 0,05$ , il y a moins de 5% de chance que le résultat soit dû au hasard ce qui signifie qu'une différence est statistiquement significative.
- Au-delà de 0,05 les chances que le résultat soit dû au hasard augmentent.

L'estimation de la taille d'effet, permettant de juger de l'efficacité d'un traitement, peut être calculée de différentes manières. La méthode privilégiée ici est la suivante :

$\frac{\text{A une date précise : Moyenne du groupe expérimental} - \text{Moyenne du groupe contrôle}}{\text{Estimation de la taille d'effet}}$
---

Cependant, en utilisant cette formule il faut tenir compte du fait que même si les deux groupes sont assez similaires au départ (caractéristiques semblables en termes d'âge, de handicap, de nombre d'enfants dans chaque groupe), les moyennes retrouvées dans les deux groupes peuvent être différentes en pré-test, cela peut donc fausser les résultats obtenus pour la taille d'effet et entraîner un biais.

De plus il faut prendre en compte **l'intervalle de confiance à 95%**, lequel sera calculé s'il n'est pas indiqué et seulement si les **écarts-types** sont précisés. Il permettra de dire si les résultats sont interprétables pour un échantillon ou une population.

Ainsi si toutes les valeurs dont nous avons besoin sont présentes elles seront analysées, s'il en manque elles seront calculées dans le cas où toutes les données permettant de le faire sont disponibles.

Pour déterminer si la TCIM présente un intérêt rééducatif plus important par rapport à la TB, il faut s'assurer que la taille de l'effet de l'intervention est importante.

### 3.3.1 Critères de jugement principaux

Les critères de jugement principaux qui sont étudiés dans cette revue sont la **fonction motrice et l'utilisation spontanée du membre supérieur qui est atteint**. Pour cela différents outils de mesure sont utilisés. Les résultats seront présentés étude par étude, une analyse intra et intergroupe sera présentée.

- Étude de Sakzewski L. et al [40]

Les mesures sont prises 3 et 26 semaines après le traitement.

Les critères de jugements principaux sont les scores MUUL et AHA et le critère de jugement secondaire de cette étude est le JTTHF.

Tableau 3 - Comparaison intragroupe pour le MUUL

Groupe	MUUL			
	3 semaines (après le traitement)		26 semaines (après le traitement)	
<b>CIMT</b>	2,8	p < 0,001	4,5	p < 0,001
<b>IC à 95%</b>	[1,2 à 4,3]		[2,9 à 6,1]	
<b>BIM</b>	0,9	p = 0,3	0,0	p = 0,9
<b>IC à 95%</b>	[-0,6 à 2,5]		[-1,5 à 1,6]	

La CIMT présente des gains significatifs par rapport au groupe BIM. En effet,  $p < 0,001$  indique que les résultats sont statistiquement significatifs et l'intervalle de confiance à 95% étant d'amplitude modérée, les résultats semblent être interprétables au-delà d'un simple échantillon. Il y a une poursuite des gains à 26 semaines.

A l'inverse les résultats obtenus dans le groupe BIM ne sont pas statistiquement significatifs puisque  $p > 0,05$  et les intervalles de confiance comprennent le nombre 0, ce qui signifie qu'il y a autant de chance que l'effet du traitement soit positif ou négatif.

L'évolution est représentée ci-dessous par un diagramme extrait de l'étude.

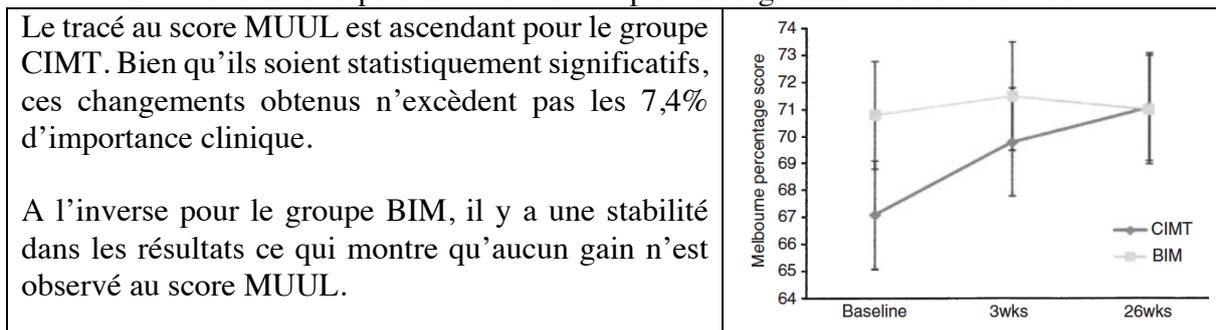
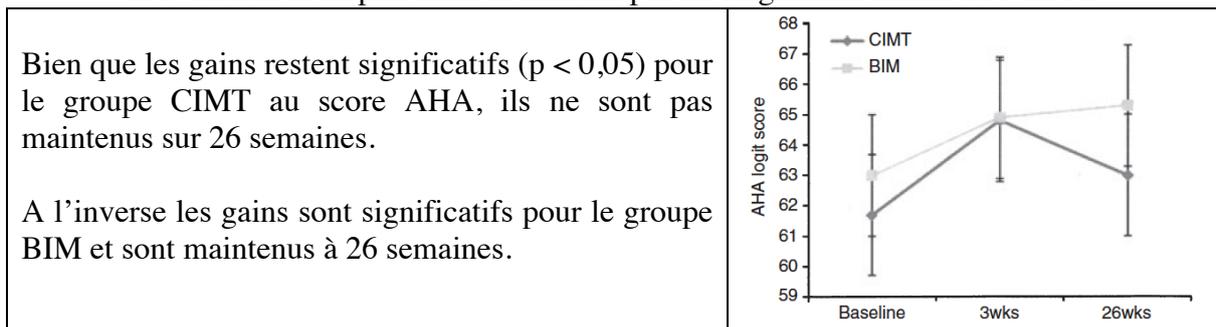


Tableau 4 - Comparaison intragroupe pour le AHA

Groupe	AHA			
	3 semaines (après le traitement)		26 semaines (après le traitement)	
<b>CIMT</b>	3,1	p < 0,001	1,6	p = 0,06
<b>IC à 95%</b>	[1,4 à 4,7]		[-0,1 à 3,4]	
<b>BIM</b>	1,9	p = 0,03	2,3	p = 0,008
<b>IC à 95%</b>	[0,2 à 3,6]		[0,6 à 4]	

L'évolution est représentée ci-dessous par un diagramme extrait de l'étude.



On observe donc une amélioration sur l'efficacité des mouvements du membre supérieur.

A l'inverse, aucune différence entre les groupes n'est observée sur les critères de jugement secondaires mais une amélioration de l'efficacité des mouvements du membre supérieur hémiplegique est observée au bout de 26 semaines. Que ce soit pour le groupe BIM ou CIMT, les intervalles de confiance étant de faible amplitude, ils sont statistiquement interprétables.

Tableau 5 - Comparaison intragroupe pour le JTTHF

Groupe	JTTHF (EMD)			
	3 semaines (après le traitement)		26 semaines (après le traitement)	
<b>CIMT</b>	-26	p = 0,02	-60	p < 0,001
<b>IC à 95%</b>	[-47,6 à -4,4]		[-82,5 à -37,5]	
<b>BIM</b>	-14,9	p = 0,2	-34,3	p = 0,002
<b>IC à 95%</b>	[-36,3 à 6,5]		[-56,2 à -12,5]	

Le groupe CIMT montre des améliorations immédiates et statistiquement significatives (p = 0,02) de l'efficacité du mouvement (EMD -26, IC à 95% allant de de 47,6 à 54,4) et plus importantes en comparaison du groupe BIM. L'intervalle de confiance présentant des amplitudes larges, il faut faire attention quant à l'interprétation des résultats.

Tableau 6 - Comparaison intergroupes pour le MUUL, AHA et JTTHF

Score	Comparaison intergroupes, calcul de la taille de l'effet			
	3 semaines (après le traitement)		26 semaines (après le traitement)	
<b>MUUL (EMD)</b>	<b>1,8</b>	p = 0,1	<b>4,4</b>	p < 0,001
<b>IC à 95%</b>	[-0,3 à 4,0]		[2,2 à 6,7]	
<b>AHA (EMD)</b>	<b>1,2</b>	p = 0,3	<b>-0,7</b>	p = 0,6
<b>IC à 95%</b>	[-1,2 à 3,5]		[-3,1 à 1,7]	
<b>JTTHF (EMD)</b>	<b>-11,1</b>	p = 0,5	<b>-25,7</b>	p = 0,1
<b>IC à 95%</b>	[-41,7 à 19,4]		[-57,0 à 5,7]	

On observe une interaction groupe/temps qui est significative à 26 semaines pour le score MUUL (EMD 4.4, IC à 95% [2,2 à 6,7]), p indiquant une différence statistiquement significative entre les 2 traitements (p < 0,001). De plus, l'interprétation des résultats pourrait s'étendre à la population en regard de l'intervalle de confiance à 95%.

L'ensemble des scores positifs obtenus au MUUL et au AHA est en faveur du groupe expérimental puisque cela montre que l'amélioration des capacités motrices et fonctionnelles est supérieure dans le groupe CIMT. A l'inverse le score négatif obtenu au test AHA à 26 semaines est cette fois-ci en faveur du groupe BIM, et démontre que l'amélioration est supérieure dans le groupe BIM et est confirmée par les courbes ci-dessus.

Cependant les différences ne sont pas significatives à 3 semaines pour le score MUUL, et à 3 et 26 semaines pour le score AHA et JTTHF.

- Étude de Gordon A. et al [41]

Les mesures sont prises avant le traitement, dans les 2 jours suivants et à 1 mois et 6 mois après la fin de l'essai.

Les critères de jugements principaux sont le AHA et le JTTHF et secondaire le QUEST (uniquement les mouvements dissociés et la préhension) et l'accélérométrie pour cette étude.

Tableau 7 - Comparaison intragroupe pour le AHA

Groupe	AHA (logits)			
	Pré-test	Dans les 2 jours	J+1 mois	J+6 mois
<b>CIMT</b>	0,38	0,80	0,90	1,05
<b>IC à 95%</b>	[-0,42 à 1,17]	[0,01 à 1,58]	[0,12 à 1,67]	[0,35 à 1,74]
<b>HABIT</b>	0,38	0,94	0,98	0,99
<b>IC à 95%</b>	[-0,41 à 1,17]	[0,16 à 1,72]	[0,21 à 1,76]	[0,30 à 1,69]
Entre le pré et le post test immédiat :				
- <b>CIMT</b> : 0,42 avec un IC à 95% = [0,08 à 0,76]				
- <b>HABIT</b> : 0,56 avec un IC à 95% = [0,23 à 0,90]				

Tout d'abord en ce qui concerne l'échelle AHA, elle suit un modèle dit « logit » dont la nature est double. Il s'agit d'un modèle de régression où la variable dépendante est binaire, c'est-à-dire qu'on veut montrer une relation de dépendance entre une variable à expliquer et une série de variables explicatives. Mais il s'agit aussi d'une méthode alternative à l'analyse discriminante linéaire [45].

A partir de ce dernier, on observe entre le pré et le post-test immédiat (dans les 2 jours) une amélioration de 0,42 et 0,56 sur le modèle logit pour les groupes CIMT et HABIT respectivement. Le résultat est maintenu 6 mois après le traitement.

Les intervalles de confiance à 95% sont de faible amplitude, ce qui signifie que les résultats sont interprétables et le p value < 0,05 indique que les résultats sont statistiquement significatifs.

L'évolution est représentée ci-dessous par un diagramme extrait de l'étude.

Au cours de l'étude, il y a augmentation du score AHA. Les gains sont notables, observés très tôt dans l'intervention puis maintenus et même augmentés à 6 mois, pour les groupes CIMT et HABIT.

La progression vis-à-vis des objectifs est plus importante dans le groupe non contraint (HABIT) entre le pré et le post-test immédiat mais c'est dans le groupe dont les enfants portent une sangle (CIMT) que la progression est continue dans le temps (1,05 contre 0,99 à 6 mois pour un même score au départ dans les deux groupes, 0,38 du modèle logit).

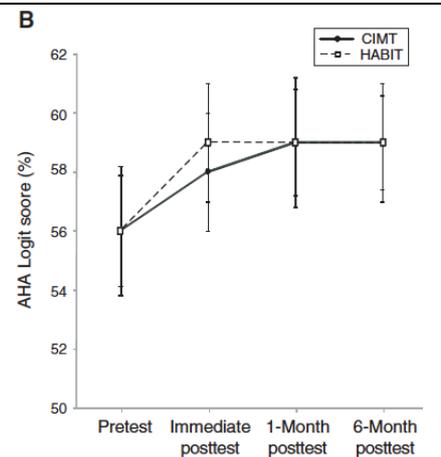


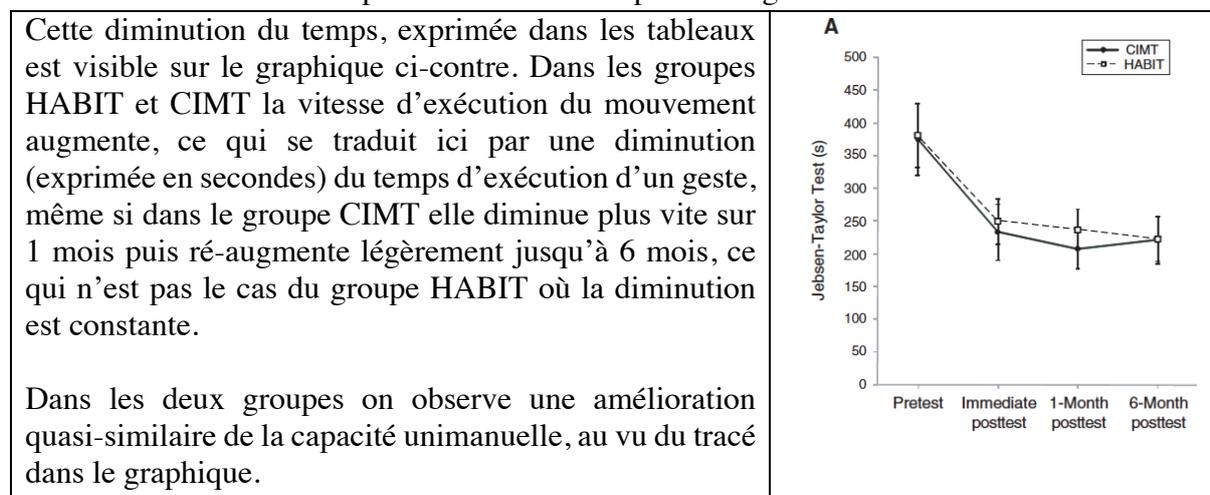
Tableau 8 - Comparaison intragroupe pour le JTTHF

Groupe	JTTHF (s)			
	Pré-test	Dans les 2 jours	J+1 mois	J+6 mois
<b>CIMT</b>	374,8	233,1	207,1	221,0
<b>IC à 95%</b>	[268,9 ; 480,6]	[154,0 ; 312,2]	[146,1 ; 268,1]	[150,1 ; 291,8]
<b>HABIT</b>	380,8	249,6	236,9	227,7
<b>IC à 95%</b>	[275,0 ; 486,7]	[170,5 ; 328,7]	[176,0 ; 297,9]	[151,9 ; 293,5]
Entre le pré et le post-test immédiat :				
- <b>CIMT</b> : -141,7 avec un IC à 95% = [-195,4 ; -88,0]				
- <b>HABIT</b> : -131,2 avec un IC à 95% = [-185,0 ; -77,5]				

A l'inverse, on observe à l'échelle JTTHF une diminution du score de 141,7 s (37,8%) pour le groupe TCIM et de 131,2 s (34,5%) pour le groupe HABIT entre le pré et le post test immédiat. Cependant il est annoté qu'aucune différence n'est observée au niveau de la main la moins affectée à ce même score (variation du score pour le groupe CIMT de 6,1 et IC à 95% = [-3,5 à 15,7], variation du score du groupe HABIT de 5,2 et IC à 95% = [-0,8 à 11,3] ;  $p > 0,05$  dans les deux cas).

Les intervalles de confiance à 95% étant de large amplitude, les résultats sont donc plus difficilement interprétables au-delà de l'échantillon pris pour cette l'étude, cependant le  $p < 0,05$  indique que les résultats sont statistiquement significatifs.

L'évolution est représentée ci-dessous par un diagramme extrait de l'étude.



Les résultats observés à l'accéléromètre indiquent que l'utilisation de la main atteinte a augmenté de 13,8% pour les 2 groupes alors que ce même score reste inchangé pour la main la moins touchée.

Tableau 9 - Comparaison intergroupes pour le AHA et le JTTHF

Score	Comparaison intergroupes, calcul de la taille de l'effet			
	Dans les 2 jours	J+1 mois	J+6 mois	Valeur de p
<b>AHA</b>	0,80 - 0,94 = <b>-0,14</b>	0,90 - 0,98 = <b>-0,08</b>	1,05 - 0,99 = <b>+0,06</b>	$p > 0,05$
<b>JTTHF</b>	233,1 - 249,6 = <b>-16,5</b>	207,1 - 236,9 = <b>-29,8</b>	221,0 - 222,7 = <b>-6,7</b>	$p > 0,05$

La taille d'effet obtenue à 6 mois est très légère, mais elle est en faveur du groupe CIMT (au test AHA) puisque le résultat positif obtenu montre que la différence d'effet est un peu plus importante dans le groupe des enfants contraints. A long terme ces enfants-là ont une amélioration supérieure des capacités motrices et fonctionnelles du membre supérieur.

Au regard des courbes représentées dans le document et des résultats présentés, on observe que ces deux approches thérapeutiques présentent des résultats avec des **différences non significatives** du fait du  $p > 0,05$ . De plus en observant les courbes comparant la TCIM et la TB, ces dernières suivent la même évolution (les tracés diffèrent peu) ce qui confirme le peu de différence en gain thérapeutique entre les 2 approches.

Les intervalles de confiance à 95% n'ayant pu être calculés, il est difficile de se prononcer sur l'applicabilité des résultats obtenus à la population.

Le score QUEST n'évaluant que 2 des 4 paramètres habituels, il est expliqué de manière plus exhaustive. Les changements qui sont observés au QUEST sont le résultat en grande partie d'une augmentation des scores pour la main parétique (5,2 points et 3,4 points entre le pré-test et dans les deux jours suivant le début de l'intervention, pour la dissociation des mouvements pour le CIMT et HABIT respectivement,  $p < 0,001$  ; 11,1 et 10,8 points pour la préhension) alors que l'amélioration obtenue pour la main la moins atteinte est légère pour la préhension.

- Étude Gelkop N. et al [42]

Les mesures sont prises 2 mois avant, au début, à la fin, et 2 mois après l'intervention. Les critères de jugements principaux sont les échelles AHA et QUEST.

Tableau 10 - Comparaison intragroupe pour le AHA

Groupe	AHA (AHA units)			
	Pré-test	Début	Fin	2 mois (après le traitement)
<b>CIMT</b>	43,5	47,3	59,0	57,2
<b>IC à 95%</b>	[28,5 à 58,5]	[32,4 à 62,3]	[46,7 à 71,3]	[45,7 à 68,7]
<b>HABIT</b>	43,7	43,0	52,5	52,2
<b>IC à 95%</b>	[28,7 à 58,6]	[28,0 à 58,0]	[40,2 à 64,8]	[40,7 à 63,7]
<b>Moyenne</b>	43,6	45,2	55,8	54,7
<b>IC à 95%</b>	[33,0 à 54,2]	[34,6 à 55,8]	[47,0 à 64,5]	[46,5 à 62,8]
Entre le début et la fin de l'intervention :				
- <b>CIMT</b> : 11,7 avec un IC à 95% = [4,3 à 19,1]				
- <b>HABIT</b> : 09,5 avec un IC à 95% = [2,1 à 16,9]				
- <b>Moyenne</b> : 10,6 avec un IC à 95% = [5,6 à 15,6]				

Les intervalles de confiance étant d'amplitude large, les résultats obtenus sont difficilement interprétables pour les appliquer à une population plus large.

L'évolution croissante dans les 2 groupes est représentée ci-dessous par un diagramme extrait de l'étude.

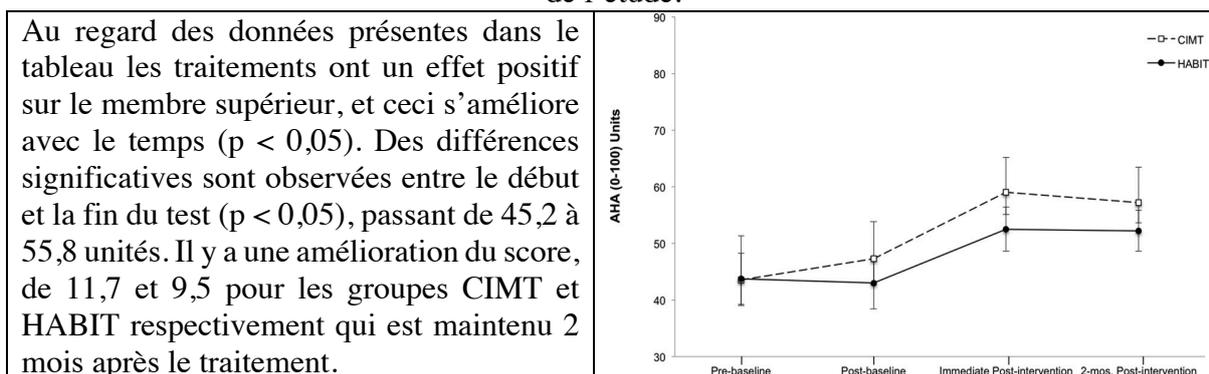


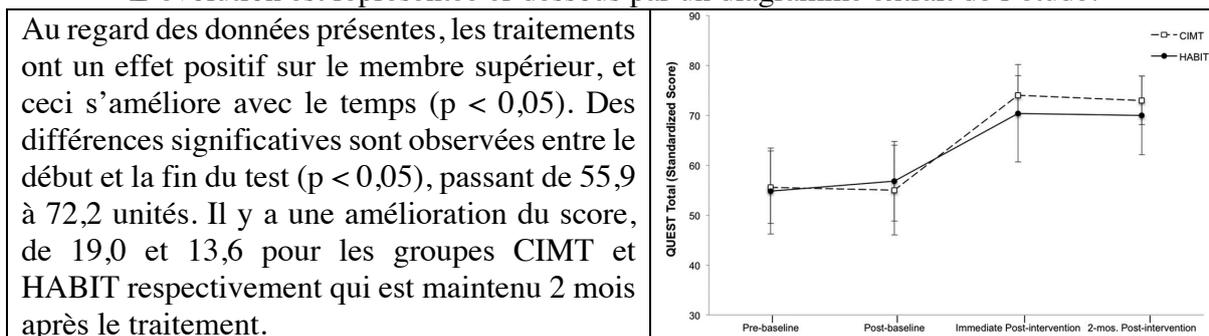
Tableau 11 - Comparaison intragroupe pour le QUEST

Groupe	QUEST (total des tests dissociation des mouvements, la saisie, l'extension protégée et le port de poids)			
	Pré-test	Début	Fin	2 mois (après le traitement)
<b>CIMT</b>	55,6	55,0	74,0	73,0
<b>IC à 95%</b>	[37,2 à 74,0]	[35,4 à 74,6]	[56,9 à 91,2]	[57,9 à 88,1]
<b>HABIL</b>	54,8	56,8	70,4	70,0
<b>IC à 95%</b>	[36,4 à 73,2]	[37,2 à 76,4]	[53,3 à 87,6]	[54,0 à 85,1]
<b>Moyenne</b>	55,2	55,9	72,2	71,5
<b>IC à 95%</b>	[42,2 à 68,2]	[42,0 à 69,8]	[60,1 à 84,3]	[60,8 à 82,2]

Entre le début et la fin de l'intervention :

- **CIMT** : 19,0 avec un IC à 95% = [8,4 à 29,6]
- **HABIL** : 13,6 avec un IC à 95% = [3,0 à 24,2]
- **Moyenne** : 16,3 avec un IC à 95% = [9,1 à 23,6]

L'évolution est représentée ci-dessous par un diagramme extrait de l'étude.



D'après le document, « en moyenne les enfants des groupes CIMT et HABIL se sont améliorés respectivement de 35% et 24%, ce qui dépasse ainsi la plus petite différence détectable (soit 14%) pour le QUEST ».

Tableau 12 - Comparaison intergroupes pour le AHA et le QUEST

Score	Comparaison intergroupes, calcul de la taille de l'effet		
	Fin	2 mois après	Valeur de p
AHA	$59,0 - 52,5 = 6,5$	$57,2 - 52,2 = 5$	$p > 0,05$
QUEST	$74,0 - 70,4 = 3,6$	$73,0 - 70,0 = 3$	$p > 0,05$

Bien que les tailles d'effet laissent supposer une efficacité supérieure dans le groupe CIMT, il n'y a pas d'effet principal d'un groupe par rapport à un autre puisque aucune différence statistiquement significative n'est observée, p étant supérieur à 0,05. En l'absence de données permettant de calculer l'intervalle de confiance, les résultats obtenus sont seulement interprétables pour l'échantillon de l'étude.

- Étude Zafer H. et al [43]

Les mesures sont prises avant et après l'intervention. Le seul critère de jugement de l'étude est le QUEST.

Tableau 13 - Comparaison intragroupe pour le QUEST

Groupe	QUEST total des tests dissociation des mouvements, la saisie, l'extension protégée et le port de poids)	
	Avant l'intervention	Après l'intervention
CIMT	63,05 (5,28)	84,12 (3,32)
IC à 95%	[58,99 à 67,11]	[81,57 à 86,68]
BMT	61,27 (3,68)	79,97 (2,23)
IC à 95%	[58,44 à 64,10]	[78,26 à 81,69]
Entre le début et la fin de l'intervention :		
- CIMT : $84,12 - 63,05 = 21,7$ avec un IC à 95% = [16,66 à 25,48]		
- HABIT : $79,97 - 61,27 = 18,7$ avec un IC à 95% = [14,65 à 22,75]		

\*est indiqué entre parenthèses les écart-types.

\*L'intervalle de confiance n'étant pas précisé dans ce document il est calculé à partir d'un fichier Excel.

En voyant l'ensemble des résultats obtenus, on observe une amélioration de la capacité motrice de la main et la qualité des mouvements. Les intervalles de confiance étant de moyenne amplitude, ils sont potentiellement interprétables mais il faut quand même attention dans l'exploitation de ces derniers.

Dans le détail, la dissociation des mouvements et la prise d'objets montre des différences significatives ( $p = 0,028$  et  $p = 0,005$ ) entre les 2 groupes mais elle n'en présente pas pour le port de poids ou l'extension protégée ( $p = 0,080$  et  $p = 0,149$ ).

Tableau 14 - Comparaison intergroupe pour le QUEST

Score	Comparaison intergroupes, calcul de la taille de l'effet	
	Après le traitement	Valeur de p
QUEST	$84,12 (3,32) - 79,97 (2,23) = 4,15$	0,007
IC à 95%	[1,32 à 6,98]	

\*est indiqué entre parenthèses les écart-types.

\*L'intervalle de confiance est calculé à partir des écart types et des moyennes obtenues post traitement des différents groupes sur un fichier Excel.

La taille d'effet obtenue est en faveur du groupe avec contrainte. De plus l'intervalle de confiance, d'amplitude modérée montre que les résultats obtenus sont sensiblement interprétables pour une population plus large. Des différences significatives sont observées après le traitement ( $p < 0,05$ ), il y a très peu de chance que le hasard soit intervenu et donc l'amélioration obtenue est le résultat des traitements appliqués. En l'absence d'une valeur type nous indiquant à partir de combien un résultat est considéré comme étant cliniquement significatif on ne peut que supposer ici qu'il l'est au regard de l'écart-type et de l'intervalle de confiance obtenus.

- Étude de Chamudot R. et al [44]

Dans cet essai clinique les mesures sont prises au début et à la fin de l'intervention. Les critères de jugement principaux sont le mini-AHA et le FI, lequel étant divisé en 3 sous-catégories (GMS = motricité brute, UHU = utilisation unilatérale des mains, BHU= utilisation bilatérale des mains).

Tableau 15 - Comparaison intragroupe pour le AHA

Groupe	Mini-AHA (logit)	
	Avant l'intervention	Après l'intervention
<b>mCIMT</b>	28,6 (4,8)	43,1 (6,1)
<b>IC à 95%</b>	[18,7 à 38,4]	[30,8 à 55,5]
<b>BIM</b>	23,3 (4,5)	42,0 (6,2)
<b>IC à 95%</b>	[13,1 à 33,5]	[29,2 à 54,8]

\*est indiqué entre parenthèses les erreurs standards

L'échelle mini-AHA, elle suit le modèle « logit ». Il y a une augmentation de l'efficacité des 2 traitements, de 14,5 points pour la CIMT modifiée et de 18,7 points pour la BIM. Cependant les intervalles de confiance à 95% étant étendus, il faut porter un regard critique sur les résultats.

Tableau 16 - Comparaison intragroupe pour le FI

Groupe	FI-GMS		FI-UHU		FI-BHU	
	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
<b>mCIMT</b>	0,6 (0,06)	0,9 (0,06)	0,2 (0,07)	0,1 (0,07)	0,2 (0,07)	0,2 (0,07)
<b>IC à 95%</b>	[0,5 à 0,7]	[0,8 à 1,0]	[0,0 à 0,3]	[-0,1 à 0,7]	[0,0 à 0,4]	[0,1 à 0,4]
<b>BIM</b>	0,5 (0,06)	0,8 (0,06)	0,8 (0,08)	0,8 (0,08)	0,7 (0,07)	0,7 (0,07)
<b>IC à 95%</b>	[0,4 à 0,6]	[0,6 à 0,9]	[0,7 à 1,0]	[0,5 à 0,8]	[0,6 à 0,9]	[0,6 à 0,9]

Au regard des données présentes dans le tableau et tout comme le mi-AHA, il n'y a pas de gain mais plutôt un maintien de ce qui est déjà présent. Les intervalles de confiance à 95% étant de très faible amplitude, cela signifie que les résultats sont interprétables pour la population.

Pour l'ensemble des deux tableaux, on peut supposer que les résultats sont statistiquement non significatifs, le coefficient de signification (valeur de p) semblant être supérieur à 0,05 selon l'effet du traitement. Cependant, en l'absence de données supplémentaires, et puisque cette valeur n'est pas détaillée pour chacun des groupes mCIMT et BIM, l'interprétation reste difficile.

Tableau 17 - Comparaison intergroupes pour le AHA et le FI

Score		Comparaison intergroupes, calcul de la taille de l'effet
		Après le traitement
Mini-AHA		43,1 – 42,0 = <b>+1,1</b>
FI	GMS	0,9 – 0,8 = <b>+ 0,1</b>
	UHU	0,8 – 0,8 = <b>0,0</b>
	BHU	0,7 – 0,7 = <b>0,0</b>

En l'absence de données nous permettant de calculer les intervalles de confiance à 95% pour les différences intergroupes, nous ne pouvons interpréter les résultats obtenus que pour les enfants de cette étude.

Pour résumer les résultats obtenus pour ces deux outils de mesure, l'analyse révèle les principaux effets du temps sur le traitement, qui sont significatifs avec des tailles d'effet importantes lesquels sont indiqués dans le document avec le coefficient de corrélation de Pearson (Mini AHA :  $r = 5,83$  ; FI – GMS :  $r = 5,72$  ; FI – UHU,  $r = 5,86$  ; FI-BHU,  $r = 5,88$ ), ce qui indique des scores plus élevés dans les 2 groupes après le traitement, quel qu'en soit le type (mCIMT ou BIM). Cependant pour l'ensemble des mesures, les effets du traitement multipliés par le temps d'interaction, le résultat obtenu est insignifiant ( $p > 0,05$ ).

Les résultats calculés ne favorisent donc pas un groupe par rapport à un autre.

### 3.3.2 Critères de jugement secondaires

Nos études se basant sur l'évaluation motrice et fonctionnelle du membre supérieur, nous n'évaluerons de manière exhaustive que les critères de jugement secondaires présents dans les études de Gordon A. et de Chamudot R.

- Étude de Gordon A. et al [41]

En ce qui concerne le GAS (*annexe 6*), le groupe HABIT a fait des progrès plus importants que le groupe CIMT bien que les deux groupes aient atteint (score T de 50) et dépassé leur niveau de performance attendu en continuant de s'améliorer entre les sessions. Cela s'explique par le fait que la plupart des objectifs étaient bimanuels. Approximativement 25% des objectifs identifiés n'ont pas été pratiqués, ceci étant significativement plus élevé pour le score HABIT. Les scores semblent s'améliorer d'une session de test à l'autre, mais l'amélioration et l'interaction avec le groupe n'est pas statistiquement important ( $p = 0,174$ ).

- Étude de Chamudot R. et al [44]

La motivation est considérée comme un facteur important dans l'apprentissage moteur. Ainsi les auteurs privilégient le DMQ pour évaluer cela. Le but est ici d'évaluer la motivation dans les traitements expérimentaux.

Dans les 7 items évalués (*annexe 7*), aucune corrélation n'a été trouvée entre le degré de motivation et 6 des 7 sous-échelles mais un seul a permis de différencier les deux groupes, il s'agit de celui POO (persistance orientée objet, mesure la force psychologique intrinsèque stimulant une personne à persister et maîtriser une tâche manuelle difficile). Dans le groupe BIM, l'association est de petite taille ( $r = 0,1$ ) et non significative ( $p = 0,73$ ). A l'inverse dans

le groupe mCIMT, l'association est de taille moyenne ( $r = -50$ ) et statistiquement significative ( $p = 0.05$ ), indiquant une plus grande amélioration pour les nourrissons manifestant de faibles niveaux de POO. Les nourrissons qui ont obtenu un faible score sur cet aspect de motivation ont montré une plus grande amélioration sur le Mini-AHA que les enfants qui ont reçu une forte motivation.

Les résultats obtenus dans ces deux études doivent être interprétés avec précaution. En effet, lorsqu'une étude comporte des critères de jugement secondaires en plus des critères de jugement principaux cela conduit à une **inflation du risque alpha**. Cela veut dire que lorsque plusieurs tests statistiques sont réalisés en même temps, le risque global d'erreur de première espèce et donc d'obtenir un résultat significatif par hasard augmente. Les résultats obtenus à la taille d'effet n'étant pas significatifs pour les critères de jugement principaux, on ne peut pas conclure de l'efficacité de la TCIM sur un critère de jugement secondaire.

## 4 DISCUSSION

Cette revue de littérature est rédigée afin d'évaluer les effets bénéfiques que pourraient apporter la thérapie par contrainte induite du mouvement et la thérapie bimanuelle sur les capacités motrices et fonctionnelles du membre supérieur atteint chez les enfants paralysés cérébraux. Le choix qui a été fait est de comparer ces deux méthodes de rééducation pour comprendre si l'une présente un intérêt supérieur par rapport à l'autre.

Encore peu utilisée chez les enfants mais dont les preuves sont démontrées chez l'adulte post-AVC, la TCIM est depuis quelques années étudiée afin d'élargir son utilité au monde pédiatrique et permettre aux différents professionnels de santé de l'intégrer dans leurs pratiques.

### 4.1 Analyse des principaux résultats

Afin de permettre une lecture plus synthétique de l'analyse des résultats principaux, ceux-ci seront présentés en fonction du contexte dans lequel a été réalisée l'étude, en sachant que dans les ECR inclus dans ma revue, certains ont choisi le même type de structure.

- Études réalisées dans des centres d'été/de jour : Structures dédiées à la réalisation du projet

Cela concerne les études de Gordon A. et de Sakzewski L.

Tout d'abord pour l'étude de Gordon, que ce soit dans le groupe CIMT ou le groupe HABIT des changements significatifs ont été relevés pour les principaux outils de mesure. Mais les améliorations observées semblent similaires ce qui ne permet pas de soutenir l'hypothèse de la spécificité d'une approche par rapport à l'autre.

Cela est confirmé par l'analyse des différences intergroupes et la taille d'effet, proche de 0 (au test AHA), qui **ne permet pas de conclure à l'efficacité de la thérapie par contrainte induite par rapport à la thérapie bimanuelle ou inversement**, les valeurs obtenues étant statistiquement non significatives. Les deux approches thérapeutiques sont **efficaces à condition qu'elles soient utilisées de manière régulières et intensives**.

Il y a cependant une différence entre les deux groupes vis-à-vis de l'accomplissement des objectifs. Il est indiqué que l'entraînement bimanuel offre des stratégies d'apprentissages qui ont un impact directement sur la routine quotidienne. Bien que les deux groupes aient atteint les objectifs donnés, l'amélioration est supérieure pour le groupe HABIT, ce qui est observé dans les résultats jusqu'à 1 mois après le traitement. Cela s'explique par le fait que la plupart des objectifs étaient bimanuels car les enfants ont une main dominante qui est fonctionnelle. La performance bimanuelle améliorée est fonctionnellement importante et donc l'entraînement bimanuel permet d'atteindre ces objectifs plus facilement.

Mais, bien que les gains soient supérieurs dans le groupe des enfants non contraints aux échelles AHA ou même GAS, dans la durée, c'est dans le groupe CIMT que l'amélioration est la plus importante (résultats à 6 mois supérieurs).

Ainsi, les résultats suggèrent que **l'entraînement intensif progressif spécifique à la tâche améliore les fonctions de la main** et que les effets bénéfiques de ces deux techniques étant

démontrés même 6 mois après, il serait intéressant de continuer à les **utiliser sur une durée plus longue ou de réappliquer ces thérapies dans l'année.**

On s'intéresse ensuite à l'étude de Sakzewki L., dans le groupe CIMT une amélioration statistiquement significative des capacités unimanuelle (MUUL) et bimanuelle (AHA), ainsi que de l'efficacité des mouvements (JTTHF) est observée et cela s'améliore à 26 semaines sauf pour les capacités bimanuelles qui diminuent. Le phénomène inverse se produit pour le groupe BIM (hormis l'efficacité du mouvement qui s'améliore aussi).

Dans cette étude, il est indiqué que l'âge et la sévérité du handicap ne sont pas corrélés au résultat obtenu. En effet il est relevé que les enfants ayant une main fonctionnellement plus faible au départ auraient sensiblement des gains supérieurs concernant la performance bimanuelle après entraînement intensif par rapport à des enfants avec une main fonctionnellement meilleure au départ. Donc ce n'est pas parce que le handicap est plus important que la récupération sera moindre.

En regardant les différences intergroupes et la taille d'effet, la majorité des résultats obtenus au JTTFH, AHA et MUUL ne sont pas statistiquement significatifs, hormis au score MUUL à 26 semaines. Ceci suggère que les **différences entre les deux approches thérapeutiques sont minimales** et qu'ainsi ces deux types de rééducation apportent une amélioration, en utilisant le même dosage et la même fréquence. **Cela ne permet pas de privilégier une technique par rapport à l'autre** puisque le groupe CIMT favorise le gain de capacités unimanuelles et le groupe BIM le gain de capacités bimanuelles.

Au regard des résultats obtenus, au lieu de construire un projet thérapeutique qui se concentre sur le traitement des déficiences, les auteurs préconisent une **action basée sur l'apprentissage moteur en se concentrant sur l'accroissement des activités** afin d'en diminuer les limitations.

Dans les deux études précédemment évoquées, ce manque de différence entre les deux traitements pourrait être dû au manque d'homogénéité dans les groupes de départ principalement, mais aussi au manque de sensibilité des outils de mesure (comme le relève Gordon) ou l'absence de groupe contrôle.

- Étude réalisée en milieu scolaire

Cela concerne l'étude entreprise par Gelkop N.

Lorsque l'on observe les différences intragroupes, au regard de ce qui est présenté pour les différents outils de mesure entre le début et la fin de l'étude, il y a une amélioration dans le fonctionnement du membre supérieur hémiplégié. Même deux mois après, les effets de ces deux approches thérapeutiques sont maintenus bien que très légèrement diminués.

Il y a une amélioration qui est supérieure chez les enfants répondant au groupe TCIM par rapport au groupe HABIT que ce soit pour les scores AHA ou QUEST mais ces différences ne sont pas statistiquement significatives.

Cela signifie que chacune des approches utilisées apporte des **effets positifs** chez les enfants paralysés cérébraux car on observe des améliorations dans la fonction du membre supérieur mais qu'indépendamment l'une de l'autre, **ces approches n'apportent pas plus d'effets bénéfiques l'une par rapport à l'autre.**

On pourrait expliquer cette absence de différence par la raison suivante. Si on reprend l'article dans son intégralité, l'échantillon de base est faible puisque seuls 12 enfants ont suivi dans son entièreté l'expérience, laissant supposer l'existence d'un biais d'échantillonnage. Ainsi le faible nombre de participants, avec seulement 6 enfants dans chaque groupe n'est pas représentatif de la population, expliquant donc que l'on ne puisse pas conclure de la supériorité d'une approche thérapeutique ou d'une autre. Pour peut-être conclure de l'intérêt de la TCIM par rapport à la TB il aurait fallu un nombre d'enfants (avec des caractéristiques de bases variées) plus important.

- Étude réalisée au domicile des enfants

Cela concerne les études de Chamudot R. et Zafer H.

Dans l'étude de Chamudot R., il est important de préciser qu'il s'agit du **premier essai réalisé sur des enfants aussi jeunes**, puisque de nos jours, peu de recherches existent sur la TCIM chez les nourrissons malgré l'avantage reconnu d'une intervention précoce. Cela s'explique de multiples façons : la difficulté de compréhension, coopération, motivation mais aussi l'absence d'outils de mesures standardisés appropriés à l'âge.

Les chercheurs de cette étude ont donc réadapté aux nourrissons le test AHA en mini-AHA, afin de mener leurs expérimentations. A partir de cet outil de mesure et du FI, ils ont observé une efficacité de la TCIM et de la TB les scores étant augmentés. Mais en l'absence de données nous permettant de calculer la valeur de p, on ne peut pas dire si les valeurs sont statistiquement significatives.

En observant la taille d'effet, les résultats obtenus étant faibles voire nuls ne permettent pas de **conclure de l'efficacité supérieure d'une thérapie par rapport à l'autre** mais de dire que **ces deux interventions ont un intérêt positif sur la fonction de la main atteinte** (motrice et utilisation réflexe).

Cette non-supériorité d'un traitement par rapport à l'autre peut s'expliquer par la présence d'une variabilité entre les participants à l'étude. Les enfants avec une faible fonction de la main n'ont pas été exclus contrairement aux études publiées chez les enfants plus âgés et utilisant la mCIMT (Charles et al., [35]).

De plus, les chercheurs, voulant déterminer la préférence de chaque enfant pour l'une des deux thérapies, se sont intéressés à l'impact de la motivation sur le traitement. Ils n'ont pas trouvé de différence hormis pour la sous-échelle POO. Cela indique que des nourrissons avec un faible score POO ne parviennent pas à mobiliser la pleine capacité de leur main atteinte parce qu'ils n'arrivent pas à l'utiliser. Autrement dit, au plus le score est faible au plus la différence entre ce que l'on croit faire et les capacités réelles est importante. L'auteur en conclut donc que placer la main fonctionnelle sous contrainte augmente la nécessité d'utiliser la main atteinte, ce qui conduit les nourrissons à utiliser plus leur potentiel pour bouger ce membre.

Ceci est donc source de réflexion car, selon les principes d'apprentissage moteur, une persistance et une pratique optimale sont susceptibles d'obtenir un meilleur contrôle moteur.

En résumé, puisque les gains entre les deux thérapies semblent similaires, et en l'absence d'essais sur des nourrissons prouvant le contraire, **il est conseillé aux parents de choisir le traitement avec lequel ils se sentent le plus à l'aise.**

Dans l'étude de Zafer H., c'est le score QUEST, permettant de dissocier les mouvements de l'extrémité distale et proximale de la main et évaluer la saisie d'objet par les 2 mains, qui est utilisé.

Au regard des résultats dans chacun des groupes, ces derniers présentent des gains statistiquement significatifs. De plus la taille d'effet obtenue est assez importante et significative pour dire que **la thérapie par contrainte induite présente des gains supérieurs à ceux obtenus dans le groupe BMT** et cela pour l'ensemble des tests effectués. Cependant, les gains obtenus sont significatifs pour la préhension et les mouvements dissociés ( $p < 0,05$ ) mais pas pour le port de poids ou l'extension protégée.

L'auteur conclue cela par le fait que la TCIM est considérée comme le traitement approprié lorsque des objectifs sont unilatéraux alors que la TB est considérée comme le traitement approprié dans le cas où les objectifs fixés visent l'utilisation bilatérale des membres.

Cependant, il est important de préciser que l'étude présente un faible nombre de participants, ce qui peut comme l'étude de Gelkop N. avoir une influence sur les résultats. Ceux obtenus pour la taille d'effet sont donc à regarder avec un œil critique. Bien que les résultats soient significatifs, il serait bien de reprendre cette étude et de l'étendre à un nombre supérieur d'enfants afin de confirmer l'hypothèse de la supériorité de la TCIM par rapport à la TB, à la même intensité.

Cette même étude ne se base que sur un seul critère de jugement, à l'inverse des autres études. Le test ne se basant que sur les habiletés fonctionnelles de la main, il est difficile d'évaluer les capacités motrices.

Enfin, ces deux études se déroulant au domicile des patients, les parents bien qu'assistés par des professionnels de santé par téléphone, sont les principaux évaluateurs des progrès de leur enfants ce qui peut expliquer la présence plus importante de biais que dans les autres études.

En conclusion sur l'ensemble des études incluses dans ma revue, il est difficile de parler de la supériorité d'une approche thérapeutique par rapport à une autre puisque 4 des 5 études ne permettent pas de conclure de l'intérêt de la TCIM vis-à-vis de la TB. L'absence d'un groupe n'ayant pas reçu de traitement, le non-aveuglement des participants et des thérapeutes, l'assignation non-secrète, le nombre de participants et la présence de perdus-de-vue sont autant de facteurs qui ont un impact direct sur les résultats obtenus.

Cependant l'ensemble des études indique que ces deux approches ont des effets positifs sur la fonction motrice et la qualité du mouvement du membre supérieur.

A défaut de privilégier une technique de rééducation par rapport à l'autre il est donc intéressant de les utiliser dès le plus jeune âge, même au stade de nourrisson, car comme il est dit dans l'introduction, la plasticité cérébrale est à son stade le plus avancé durant l'enfance. C'est donc à ce moment-là qu'il est intéressant d'agir, d'autant plus quand des approches rééducatives montrent des gains significatifs.

Il est important de retenir que ces deux traitements montrent des gains similaires, à condition qu'ils soient utilisés à la même fréquence, de manière intensive. Les exercices donnés se basent avant tout sur le principe de **l'apprentissage moteur**, au fur et à mesure les tâches demandées sont intensifiées (rapidité, complexité des consignes).

## 4.2 Applicabilité des résultats en pratique clinique

L'applicabilité des résultats a un impact direct sur les tailles d'effet qui sont obtenues. Comme cela est le cas pour la plupart des ECR sélectionnés dans cette revue, les tailles d'effet sont peu importantes et donc l'intervention doit en principe être facilement applicable. C'est donc ce que nous allons détailler dans cette partie.

On a pu se rendre compte que les ergothérapeutes utilisent beaucoup la TCIM dans leur prise en charge et que petit à petit les kinés se forment à cette thérapeutique puisque dans 3 études analysées ils y ont une place majeure.

### 4.2.1 Coûts engendrés

Le traitement utilisé ne nécessite pas de matériel très coûteux car hormis le port d'une contrainte, financée le plus souvent en France par la sécurité sociale lorsque cette dernière est jugée comme étant essentielle, il ne nécessite que l'utilisation de « petits » objets tels que des cubes, des cartes comme cela est le cas dans les études de Chamudot, de Gordon, Gelkop. On peut trouver ce type de matériel dans des centres de rééducation, des cabinets libéraux ou même au domicile car ce sont des objets du quotidien.

Cependant, cela peut générer un coût financier important lorsque cela se déroule par exemple dans des centres dédiés (Gordon et Sakzewki) et que cela reste à la charge des parents. En France nous avons la chance d'avoir un système de santé prenant en charge beaucoup de soins mais sur l'ensemble des études incluses, beaucoup se déroulent dans des pays où les soins de santé sont payés par la famille (celle de Gordon se déroulant aux États-Unis). C'est pour cela que des études privilégient la réalisation des expérimentations au domicile afin de réduire les coûts.

### 4.2.2 Où et quand effectuer cette rééducation ?

Comme nous l'avons vu au travers des essais cliniques présentés, cela peut être réalisé dans un centre, à l'école comme à domicile. En plus des thérapeutes habilités à dispenser ce type de traitement, les parents peuvent s'impliquer dans la rééducation de leurs enfants. En effet, ils peuvent par exemple proposer un jeu de carte, et si l'on utilise la thérapie par contrainte induite, ne jouer qu'avec le membre supérieur atteint.

De plus, les expérimentations sont réalisées sur des périodes données de l'année. Cela veut dire que l'on pourrait par exemple lors de vacances scolaires, prendre 2 semaines et ne les consacrer qu'à la TCIM et/ou la TB, comme cela est le cas avec les centres d'été et notamment celui cité dans l'étude Sakzewski basé sur le thème du cirque. Le fait d'intégrer un thème permet aux enfants de s'amuser tout en étant rééduqués.

Les séances peuvent être espacées dans l'année afin d'observer les améliorations effectuées, consolider ce qui a été acquis puis reprendre à une autre période de l'année.

### 4.2.3 Contraintes à prendre en compte

Il y en a deux principales. Comme nous l'avons observé, afin d'observer les meilleurs effets de la TCIM et de la TB, celles-ci doivent être administrées de manière intensive et c'est

pour cela qu'un travail sur une période précise, dédiée uniquement à la rééducation est intéressant.

La seconde contrainte est que l'on parle ici d'enfants, parfois très jeunes. Il faut donc savoir s'adapter à la compréhension des activités, la motivation et rendre tout ceci ludique. C'est un véritable travail pour un professionnel de santé voulant travailler en pédiatrie car on sort de la kinésithérapie dite conventionnelle et très protocolaire puisqu'il faut s'adapter sans cesse aux enfants et leurs degrés de concentration, motivation, compréhension.

Ceci représente donc un investissement personnel très important de la part des encadrants, que ce soit l'entourage familial ou personnel de santé mais aussi de l'enfant qui ne doit pas percevoir les tâches à effectuer uniquement comme une contrainte.

#### 4.2.4 Balance bénéfiques/risques

Le principal bénéfice que l'on peut observer est qu'en agissant dès le plus jeune âge, des améliorations quant à la fonction motrice ou l'utilisation du membre atteint sont observées dans les groupes TCIM et TB.

Si l'on souhaite travailler la coordination bimanuelle, la TB sera préférée à la TCIM qui sera, elle, plus appropriée pour travailler seulement le membre hémiplégique où empêcher que le membre le moins atteint compense. Une étude de Hung et al. [46], publiée en 2011, a analysé l'efficacité de la thérapie bimanuelle intensive pour la coordination et l'auteur en conclut que des améliorations supérieures sont observées par rapport à un groupe d'enfants contraints.

L'autre bénéfice, comme dit précédemment, est la réalisation de tâches au domicile, ce qui permet d'impliquer les parents dans la rééducation de leur enfant, de prendre conscience des améliorations et bienfaits de cette pratique.

Cependant le principal risque auquel on peut être confronté est donc la non-adhésion de l'enfant à ce schéma de rééducation, qui par exemple exprime un rejet vis-à-vis de la contrainte dans le groupe de la TCIM. Étant jeunes ils ne voient pas forcément l'intérêt des exercices même s'ils sont présentés sous la forme de jeu.

#### 4.2.5 Effets secondaires ou indésirables

Aucun effet secondaire ou indésirable n'a été relevé dans les études, que ce soit notamment lors du port de la contrainte qui aurait pu occasionner des irritations cutanées par exemple. La contrainte appliquée ayant globalement été bien acceptée par l'ensemble des enfants, puisqu'ils ne manifestent pas de rejet ou de frustration vis-à-vis d'elle est un signe encourageant.

### 4.3 Qualité des preuves

Comme dit précédemment, le but de cette revue de littérature étant de comparer l'efficacité de deux traitements et donc de répondre à une question de type thérapeutique, ce sont les ECR qui ont été retenus. Ce choix d'étude est recommandé par la HAS (*annexe 8*).

L'échelle PEDro a donc été utilisée afin d'étudier leur qualité méthodologique. Ces derniers ont des scores variant de 5 (validité interne moyenne) à 8 (validité interne élevée) ce qui indique la présence de différents biais (cités dans la partie des résultats) ainsi qu'un manque de données statistiques dans certaines études, nécessaires à l'interprétation des résultats.

Pour cela la HAS, dans son état des lieux Le niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique indique que « le niveau de preuve d'une étude caractérise la capacité de cette dernière à répondre à la question posée et se base sur les caractéristiques suivantes » :

- L'adéquation du protocole d'étude à la question posée
- L'existence ou non de biais importants dans la réalisation
- L'adaptation de l'analyse statistique aux objectifs de l'étude
- La puissance de l'étude et en particulier la taille de l'échantillon [47]

En suivant les tableaux sur la classification générale du niveau de preuve d'une étude et sur le grade de recommandation en fonction du niveau de preuve (*annexe 8*), et malgré un score PEDro convenable, l'ensemble des articles présente un **niveau de preuve intermédiaire**, c'est-à-dire des essais comparatifs randomisés de faible puissance. Ceci est principalement dû à la faible taille d'échantillon et à l'absence d'études en double aveugle, les participants étant au courant des traitements administrés. Ceci fait obstacle à l'obtention d'une puissance forte.

Cette revue de littérature correspond donc à une recommandation de **grade B**, qui est celui de la **présomption scientifique**.

#### 4.4 Limites et biais potentiels de la revue, conflits d'intérêts

##### 4.4.1 Limites potentielles

On recense plusieurs limites lors de l'analyse des articles. Celles-ci vont être détaillées en partant de la limite la plus évidente.

- Recherche, choix de la langue et inclusion des articles

Bien que plusieurs bases de données aient été investiguées, l'ensemble des articles ayant été sélectionnés **provient d'une seule et même base de données** : PubMed puisque beaucoup d'articles sur les autres bases n'étaient pas accessibles même en contactant les auteurs. Cela ne permet donc pas de dire que ma revue est exhaustive dans le sens où l'ensemble des mes articles proviennent de la même banque de données bibliographiques. De plus d'autres moteurs de recherche, par exemple Kinédoc ou Google Scholar, auraient pu être investigués.

Choisir des articles **exclusivement en anglais**, et **éventuellement en français** s'il y en avait eu, constitue des limites à ne pas négliger. Des articles qui pourraient être intéressants et pertinents ont potentiellement été exclus à cause de la langue.

Dans cette revue de littérature, seulement **5 articles** ont été inclus ce qui donne à cette dernière une puissance statistique trop faible, des résultats peu précis, parfois non exploitables et donc pas représentatifs de la population à grande échelle.

- Population étudiée

L'un des autres facteurs influençant une étude est la **taille de l'échantillon**. C'est en tout 197 enfants qui ont été étudiés au travers de ces ECR. Si certains articles présentent un nombre de participants acceptable (plus de 60 enfants pour l'étude Sakzewski), d'autres comme ceux de Gelkop et de Chamudot sont de très petite taille puisque le nombre de participants est inférieur à 10 par groupe. Cela entraîne un manque de différence entre les deux populations sélectionnées, ce qui sera en principe moins comparable que si l'on fait une étude de plus grande envergure avec des enfants aux profils plus variés. De plus, lorsque l'on sait que près de 17 millions de personnes dans le monde sont atteints de paralysie cérébrale, ce chiffre de 197 participants est trop faible pour être représentatif de la population.

**L'âge des participants** a une incidence. Différentes tranches d'âge dans cette étude sont visées puisque l'un d'elle (Chamudot) s'intéresse aux nourrissons. Dans ce cas de figure, les outils de mesure sont à adapter et il est difficile de projeter les résultats obtenus à une population plus âgée comme les adolescents et les adultes où la compréhension et la motivation diffèrent. Cela peut entraîner des limites dans l'interprétation des résultats et la comparaison des articles entre eux. Une tranche d'âge plus large comme dans les études de Gordon ou de Zafer permet une certaine hétérogénéité dans la population, en fonction de ce qui est observé, de projeter les résultats à d'autres enfants, plus petits comme plus grands.

Le choix d'étudier des enfants est une des raisons expliquant le manque d'articles inclus dans l'étude du fait du manque de recherche concernant la TCIM et la TB intensive sur cette catégorie de population, et restreint donc l'applicabilité des résultats obtenus aux adultes ou aux adolescents, l'âge maximal observé dans les études étant de 12 ans.

- Lieux d'étude, traitement appliqué et observance de ce dernier

**Le lieu et les personnes encadrant les études diffèrent.** En effet, dans certaines études les parents sont impliqués dans le protocole expérimental puisque ce dernier se passe au domicile des parents (Zafer H. et al, Chamudot R. et al). A l'inverse, dans les trois autres études (Gordon A et al, Sakzewski L. et al et Gelkop N. et al), les enfants sont dans des centres de jour/été ou à l'école.

Le fait d'impliquer la famille dans la rééducation peut être un avantage comme un inconvénient. Premièrement cela permet d'intégrer les conseils donnés aux parents dans les pratiques de la vie quotidienne. Selon Chamudot R, ce type de pratique dans l'environnement naturel du nourrisson est considéré comme essentiel pour acquérir des habiletés motrices. De plus, l'avantage d'un programme à domicile est que les parents peuvent planifier le traitement en fonction de la motivation et coopération de l'enfant. Enfin, cela permet de responsabiliser les parents et de leur faire prendre conscience de l'intérêt de la rééducation. Cependant cela peut également être un frein à l'essai car les parents n'ont pas de « regard professionnel » sur la situation et chaque famille fonctionne différemment, ce qui peut entraîner des divergences dans les résultats.

Aparté : Bien que cela n'a pas été développé dans les études, il est important d'en parler. Le regard d'un professionnel permet de s'assurer de la bonne applicabilité du traitement et le réajuster en cas de dysfonctionnement. Comme il s'agit d'enfants, la compréhension ou encore la patience n'est pas la même que chez des adultes, il faut donc s'adapter et donc par exemple trouver de nouvelles activités ou donner de nouvelles consignes quand ils se lassent, permettant

de stimuler l'utilisation des membres supérieurs. De plus si les résultats obtenus ne sont pas ceux estimés, l'équipe de chercheurs peut réadapter un protocole ce qu'il n'est pas possible de faire pour la famille de l'enfant lorsque l'intervention se déroule à domicile.

De plus, quelles que soit les études, le traitement appliqué est toujours le même puisqu'il s'agit de faire porter aux enfants une contrainte du type gant, écharpe, sangle afin de les obliger à ne bouger que leur membre pathologique. Mais ce qui diffère est la **durée du port de cette contrainte** et **l'intervention dans le temps**. En moyenne, on constate qu'au plus l'expérimentation est courte dans le temps, au plus la durée des exercices s'étend sur la journée favorisant l'intensité du travail :

- Interventions menées dans les centres de Gordon et Sakzewski : 6 heures de travail intensif par jour mais sur une durée de 10 à 12 jours au total (on compte 6 jours par semaine et une journée de repos).
- Interventions de Chamudot ou de Gelkop, c'est-à-dire 1 à 2 heures par jour de travail mais cela s'étend sur 8 semaines.

Pour autant, bien que les exercices soient limités à une certaine durée dans la journée, le port de l'écharpe ne l'est pas pour autant. Par exemple, dans le cas de l'ECR de Gordon, la sangle est portée continuellement sauf lors des pauses ou de la toilette.

Enfin pour l'ensemble des études, le **suivi est différent** tant dans la durée que dans les personnes qui l'assurent. Quand les activités sont réalisées au domicile, des entretiens téléphoniques sont assurés avec des thérapeutes (Zafer) afin de discuter des progrès observés mais aussi des difficultés éventuelles rencontrées, ou un ergothérapeute vient une fois par semaine au domicile prendre des mesures, adapter si nécessaire les activités... Quand les interventions se déroulent à l'école ou dans des centres dédiés, elles sont suivies par un groupe d'experts, des ergothérapeutes, kinésithérapeutes et médecins. Dans l'ECR de Sakzewski portant sur le thème du cirque, des artistes de cirque ont été recrutés pour l'occasion.

Cette durée de suivi varie en fonction des études et peut s'étendre à 6 mois avec des exercices exécutés à domicile. Mais le manque de suivi des études sur une longue période constitue un biais car il est difficile de déterminer l'efficacité de ces approches thérapeutiques à long terme.

Toutes ces raisons évoquées constituent des limites ayant un impact sur l'analyse et l'interprétation des résultats quant à leur applicabilité.

- Comparateur utilisé

**Un seul et même comparateur a été utilisé** pour l'ensemble des études, c'est-à-dire la thérapie bimanuelle. Il s'agit tout comme la TCIM d'une pratique intensive centrée sur l'utilisation des membres supérieurs. Dans aucune des études il n'y a de comparaison avec un groupe ne subissant pas d'intervention, ce que Gordon, Sakzewski ou Gelkop relèvent dans leurs études.

Pour l'étude de Gelkop, si ce n'est au final pas problématique car aucun changement n'a été observé en période de pré-intervention (période pendant laquelle les enfants ont leurs séances de rééducation habituelles) et que c'est uniquement durant son intervention que des changements sont observés reflétant donc les améliorations liées à l'intervention, cela aurait pu être une limite à l'interprétation des résultats en cas de changement en pré-test (dû au traitement habituel).

#### 4.4.2 Biais potentiels

Afin d'identifier les biais potentiels qui pourraient exister dans ma revue, je me suis aidée des critères présents dans la grille AMSTAR [48], que j'ai évaluée à 7 sur 11 (*annexe 9*).

- Interprétation subjective et compréhension des articles

L'ensemble de la revue, de l'élaboration de la question de recherche et du choix des mots clés, à l'interprétation des résultats, n'a été réalisée que par **un seul évaluateur**, non expérimenté, qui en manquant d'un avis extérieur, a par exemple pu exclure ou inclure des études qui ne l'auraient pas été avec un autre évaluateur ce qui entraîne un **biais de sélection**.

De plus, il y a un **biais d'interprétation** des résultats puisque des erreurs peuvent apparaître, ou bien l'interprétation des résultats peut différer selon la personne qui les analyse.

Les articles étant exclusivement en anglais cela entraîne un biais quant à la compréhension des mots et l'analyse qui en découle, certains ayant pu être mal traduits.

- Évaluation de la qualité méthodologique et l'absence d'études en double aveugle

Le score de validité interne (obtenu à partir de la base de données PEDro) pour chaque article n'a pas été déterminant dans ma sélection puisqu'il n'a pas constitué un critère d'inclusion ou d'exclusion. Cela pourrait constituer un biais car on prend le risque que le niveau de preuve puisse être faible. C'est en effet le cas de l'étude de Zafer dont le score de 5/10 indique une validité interne moyenne. Inclure une étude avec un score moyen, c'est potentiellement avoir des résultats peu significatifs et non applicables à la population.

Aucune de ces études n'ayant été réalisé en double aveugle il se peut que les patients ou les encadrants soient influencés en fonction du groupe, du ressenti vis-à-vis du traitement (motivation, adhésion à l'étude). Cela est en effet visible sur l'ensemble des études puisque le biais de détection est commun à l'ensemble des études dont celle de Zafer où il est total, ce qui est l'une des explications à son niveau moyen de validité interne.

- Les outils de mesures

Les outils de mesure utilisés dans les études sont différents. Si beaucoup d'études utilisent le AHA, certaines évaluent la vitesse d'exécution du mouvement (JTTHF) alors que d'autres étudient la qualité du mouvement (QUEST) et non le temps d'exécution. Ainsi l'interprétation des résultats diffère.

De plus, certains ECR utilisent plusieurs outils de mesure alors que celui de Zafer ne se base que sur un seul outil de mesure ce qui peut entraîner des biais amenant à un manque de comparaison et d'informations par rapport aux autres études.

Enfin, certains des outils de mesure se présentent en critères de jugement principal ou secondaire pour l'indicateur de suivi des capacités motrices et fonctionnelles du membre supérieur atteint. Cela est le cas pour le test JTTHF, principal dans l'étude de Gordon et secondaire dans l'étude de Sakzewski, mais aussi pour le QUEST, principal dans les études de Gelkop et Zafer et secondaire dans l'étude de Gordon. Ainsi, le fait de prendre des résultats

appartenant aux critères secondaires est une prise de risque par rapport à la quantité moindre de données à analyser.

Aparté : Le DMQ, évalué comme critère de jugement secondaire dans cette revue entraîne un **biais de détection** car il s'agit d'un questionnaire, constituant une mesure subjective.

- Les auteurs et lieux de publication

Dans cette revue, si l'on regarde dans les détails le nom des chercheurs contribuant aux différents ECR, on s'aperçoit que le professeur A. Gordon contribue également à l'étude de N. Gelkop ce qui peut aussi occasionner un **biais d'interprétation des résultats**, l'auteur pouvant se laisser influencer par les résultats obtenus dans son autre étude quelques années plus tôt.

Si l'on regarde les endroits où sont réalisées les études, on peut s'apercevoir qu'entre le Pakistan et les États-Unis par exemple, les outils mis à disposition ne sont pas forcément identiques, de même lorsque les études sont réalisées à domicile, cela peut entraîner un biais dans la réalisation des activités et donc à terme un biais dans l'obtention de résultats fiables et valides.

En résumé, tous les choix effectués ont été motivés par le faible nombre d'articles disponibles concernant l'application de la TCIM comparée à la TB chez les enfants paralysés cérébraux, ainsi il fallait inclure les articles présentant une population adaptée (âge et handicap). Au vu du nombre d'études encore faible sur l'amélioration motrice et fonctionnelle du membre supérieur hémiparalysé, de nouveaux essais, aux qualités méthodologiques élevées, doivent être effectués afin d'en apprendre plus sur le sujet et rendre les résultats applicables à une population plus large.

- Biais de publication

Ce biais existe lorsque les auteurs de revues publient essentiellement des expériences avec un résultat positif plutôt que des expérimentations soutenant l'hypothèse nulle. La plupart des ECR sélectionnés dans cette revue soutiennent l'idée que les deux approches rééducatives sont similaires en terme d'efficacité et donc n'entraînent en principe pas de biais de publication. Cependant pour valider ce biais il est nécessaire d'utiliser des tests statistiques, et un minimum de dix études est requis afin de l'évaluer. N'ayant inclus que cinq ECR, je ne peux estimer ce biais.

#### 4.4.3 Conflits d'intérêts

Les auteurs de 2 des 5 articles inclus déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt. Dans cette revue, l'auteure déclare n'avoir aucun conflit d'intérêt et être la seule responsable de la rédaction de cette revue, aucun financement n'a été reçu dans l'élaboration de cette dernière.

## 5 CONCLUSION

### 5.1 Implication pour la pratique clinique

En conclusion, bien qu'observant une amélioration quant à l'aspect moteur et fonctionnel du membre supérieur hémiplégique d'un enfant paralysé cérébral, il n'est pas possible de mettre en avant une approche thérapeutique par rapport à l'autre.

Le non-aveuglement des patients et des thérapeutes, le nombre faible de patients et encore bien d'autres biais sont autant de facteurs qui ne permettent pas de donner une réponse claire sur l'une des deux approches. Le manque d'études réalisées chez les enfants, notamment en bas âge rend encore plus difficile l'interprétation des résultats puisque l'on peut difficilement les comparer à d'autres essais.

Cependant, dans l'ensemble des études sélectionnées transparaît l'idée que si l'on veut améliorer la coordination, il sera plus intéressant de travailler avec la TB alors que si l'on veut prioriser le membre hémiplégique, la TCIM sera plus adaptée. De plus, les résultats obtenus pour les critères de jugements principaux défendent l'idée que ces deux approches, si elles sont utilisées de manière intensive, permettent d'apporter des gains significatifs et de les projeter sur du long terme lorsque les exercices sont poursuivis au domicile.

Mais la mise en place de la TCIM reste encore difficile à appliquer hors des centres spécialisés puisqu'elle demande du temps et de l'implication de la part de l'entourage familial si l'on veut obtenir de réels progrès sur une durée longue. Il faut également être patient car on s'intéresse ici aux enfants et que ces derniers ne sont pas aussi disciplinés que des adultes et qu'il faut savoir retenir leur attention sur les tâches et les faire appréhender plus comme des jeux que comme des contraintes. Mais au travers de ces études, l'idée du suivi de cette rééducation à domicile permet, outre un gain économique, un gain moteur et fonctionnel durable à ne pas négliger.

### 5.2 Implication pour la recherche

En soutenant l'idée qu'en agissant dès le plus jeune âge, on pourra solliciter la plasticité cérébrale de manière intensive, il serait intéressant de développer cette idée à plus grande échelle et donc de réaliser des études de plus grande envergure, avec plus d'enfants d'âges variés (de nourrissons à pré-adultes) autour de la TCIM et de la TB. Cela permettrait d'améliorer la fiabilité des résultats pour les développer à une population plus importante. Le but est donc d'élargir le champ des possibles.

Ayant basé ma revue sur l'unique comparaison de la TCIM par rapport à la TB, il serait intéressant de la comparer à d'autres interventions thérapeutiques ou en tant qu'adjuvant de la stimulation électrique cérébrale. De plus en voyant que des améliorations sont constatées dans les deux groupes (TB et TCIM), observer les effets combinés des deux techniques représenterait une piste exploitable à ne pas négliger.

Dans un souci d'améliorer les capacités motrices et fonctionnelles des enfants en vue de développer l'autonomie pour l'accomplissement des activités de la vie quotidienne, il est important de réaliser des études complémentaires. Il faut prendre les résultats de cette revue comme une première approche positive, pour plus tard, faire évoluer la pratique professionnelle du kinésithérapeute en y intégrant la TCIM pour les enfants paralysés cérébraux.

## 6 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Fondation Paralysie Cérébrale n.d. <https://www.fondationparalysiecerebrale.org> (accessed December 5, 2019).
- [2] Eliasson AC, Krumlinde-Sundholm L, Shaw K, Wang C. Effects of constraint-induced movement therapy in young children with hemiplegic cerebral palsy: An adapted model. *Dev Med Child Neurol* 2005;47:266–75. <https://doi.org/10.1017/S0012162205000502>.
- [3] Vidal C, Spirale E. La plasticité cérébrale : Une révolution en neurobiologie. *Spirale* 2013;63:17–22.
- [4] Love S, McLaughlin J, Brien GO. The Definition and Classification of Cerebral Palsy. *Dev Med Child Neurol* 2008;49:3–9. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00201.x>.
- [5] Berard Carole. La paralysie cérébrale de l'enfant - guide de la consultation - examen neuro-orthopédique du tronc et des membres inférieurs. In: Sauramps Médical, editor. 2ème édit, 2010, p. 10, 20–5.
- [6] Femery V, Moretto P, Renaut H, Thévenon A. Spasticité et distribution des pressions plantaires chez des enfants atteints d'hémiplégie cérébrale infantile. *Ann Readapt Med Phys* 2001;44:26–7. [https://doi.org/10.1016/S0168-6054\(00\)00060-X](https://doi.org/10.1016/S0168-6054(00)00060-X).
- [7] Nervous system - Cerebral palsy. Mayo Clin Patient Care Heal Inf n.d. <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/cerebral-palsy/symptoms-causes/syc-20353999> (accessed December 27, 2019).
- [8] Paralysie Cérébrale. Consort Natl Form En Santé - Volet d'université d'Ottawa n.d. <https://cnfs.ca/pathologies/paralysie-cerebrale> (accessed December 27, 2019).
- [9] Faure P. L'hémiplégie Cérébrale Infantile. Université de Limoges, 1990.
- [10] Bonhomme C, Chabrier S, Gautheron V, Ikowsky T, Burlot S, Metté F. Actualités et perspectives dans la prise en charge de l'hémiplégie cérébrale infantile en médecine physique et de réadaptation. *Mot Cerebrale* 2010;31:165. <https://doi.org/10.1016/j.motcer.2010.07.001>.
- [11] De Morand A. Le patient hémiplégique. In: Elsevier Masson, editor. *Prat. la rééducation Neurol.* 2ème édit, 2014, p. 2.
- [12] Defebvre L, Zuber M. Déficit moteur et/ou sensitif des membres - item 90. In: Masson E, editor. *Référentiel collège Neurol.* 5ème édit, n.d., p. 49–51.
- [13] Krynauw RW. Infantile hemiplegia treated by removal of one cerebral hemisphere. *S Afr Med J* 1950;24:243. <https://doi.org/10.1136/jnnp.13.4.243>.
- [14] M.Schunke, E.Schulte, U.Schumacher, M.Voll, K.Wesker. Tête, cou et neuro-anatomie. In: DE BOECK SUPERIEUR, editor. *Atlas d'anatomie Prométhée.* 2ème édit, Sciences Medicales; 2016, p. 256–70, 282–3, 398–9, 446–7.
- [15] Massion J. Cerveau et motricité. PUF. Presses universitaires de France; 1997.
- [16] Vitte E, Chevallier J-M. Neuro-anatomie. In: Lavoisier, editor. *Neuro-anatomie tome 4.* 2ème édit, 2008, p. 21–5.
- [17] E.Schulte, M.Schunke, U.Schumacher. Division topographique du système nerveux et conduction du signal. In: De Boeck supérieur, editor. *Tête, cou neuro-anatomie. Atlas d'anatomie Prométhée.* 2ème édit, Sciences Medicales; 2016, p. 257.
- [18] Schwegler J, Runhild L. Structure du cerveau. In: Maloine, editor. *Le corps Hum. Anat. Physiol.*, Maloine; 2013, p. 105–7, 115–20.
- [19] Tortora J, Derrickson B. La moelle spinale et les nerfs spinaux. *Anat. Physiol.* 5ème édit, DE BOECK SUPERIEUR; 2018, p. 447–56, 564–5.
- [20] M.Schunke, E.Schulte, U.Schumacher. Trajet de la voie pyramidale (tractus pyramidal). In: de boeck supérieur, editor. *Tête, cou neuro-anatomie. Atlas d'anatomie Prométhée.* 2ème édit, Sciences Medicales; 2016, p. 399.
- [21] Définition motricité. Larousse n.d.

- <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/motricité/52828> (accessed January 15, 2020).
- [22] Netter FH. Atlas d'anatomie humaine. 5ème édit. Elsevier Masson SAS; 2011.
- [23] Tower SS. Pyramidal lesion in the monkey. *Brain* 1940;63:36–90. <https://doi.org/10.1093/brain/63.1.36>.
- [24] Taub E, Miller NE, Novack TA, Cook EW., Fleming WC, Nepomuceno CS, et al. Techniques to Improve Chronic Motor Deficits after Stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;348–50.
- [25] Gordon A, Connelly A, Neville B, Vargha-khadem F, Jessop N, Murphy T, et al. Modified constraint-induced movement therapy after childhood stroke. *Dev Med Child Neurol* 2007;23–7. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.0072a.x>.
- [26] Haute Autorité de Santé. Recommandation de bonne pratique. *Accid Vasc Cérébral Méthodes Rééducation La Fonct Mot Chez l'adulte* 2012;142–4, 171–2. [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-11/11irp01\\_argu\\_avc\\_methodes\\_de\\_reeducation.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-11/11irp01_argu_avc_methodes_de_reeducation.pdf) (accessed January 20, 2020).
- [27] Meroni S, Verdier U, Burge E, Allet L. Constraint induced movement therapy of upper limb in children hemiparetic. A critical review of the literature. *Kinesitherapie* 2013;13:13, 17–8. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2012.11.030>.
- [28] Taub E. Harnessing brain plasticity through behavioral techniques to produce new treatments in neurorehabilitation. *Am Psychol* 2004;59:692–704. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.8.692>.
- [29] Yelnik A. Evolution of the concepts concerning rehabilitation treatment for hemiplegic patients. *Ann Readapt Med Phys* 2005;48:271–3, 275. <https://doi.org/10.1016/j.annrmp.2005.02.009>.
- [30] Taub E, Uswatte G, Mark VW, Morris DM. The learned nonuse phenomenon: Implications for rehabilitation. *Eura Medicophys* 2006;42:245.
- [31] Taub E, Uswatte G, Mark VW, Morris DM, Barman J, Bowman MH, et al. Method for enhancing real-world use of a more affected arm in chronic stroke: Transfer package of constraint-induced movement therapy. *Stroke* 2013;44:1384, 1–7. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.111.000559>.
- [32] Chevignard M, Azzi V, Abada G, Lemesle C, Bur S, Toure H, et al. Intérêt de la thérapie par contrainte induite chez l'enfant hémiplégique après lésion cérébrale acquise. *Ann Readapt Med Phys* 2008;51:238–40. <https://doi.org/10.1016/j.annrmp.2008.01.013>.
- [33] Mudie MH, Matyas TA. Can simultaneous bilateral movement involve the undamaged hemisphere in reconstruction of neural networks damaged by stroke? *Disabil Rehabil* 2000;22:24–5, 32–6. <https://doi.org/10.1080/096382800297097>.
- [34] Heather Mudie M, Matyas TA. Upper extremity retraining following stroke: Effects of bilateral practice. *Neurorehabil Neural Repair* 1996;10:167–84. <https://doi.org/10.1177/154596839601000304>.
- [35] Charles J, Gordon AM. Development of hand-arm bimanual intensive training (HABIT) for improving bimanual coordination in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2006;48:931–5. <https://doi.org/10.1017/S0012162206002039>.
- [36] Droz Mendelzweig M. La plasticité cérébrale de Cajal à Kandel : Cheminement d'une notion constitutive du sujet cérébral. vol. 63. 2010. <https://doi.org/10.3917/rhs.632.0331>.
- [37] Ottenbacher KJ, Jannell S. The results of clinical trials in stroke rehabilitation researchfile:///C:/Users/Luke/Dropbox/phd/readings/2016\_Experience-Dependent\_Neuroplasticity.pdf file:///C:/Users/Luke/Dropbox/phd/readings/2016\_Experience-Dependent\_Neuroplasticity.pdf. *Arch Neurol* 1993;50:37–44. <https://doi.org/10.1001/archneur.1993.00540010033014>.
- [38] Cauraugh JH, Summers JJ. Neural plasticity and bilateral movements: A rehabilitation

- approach for chronic stroke. *Prog Neurobiol* 2005;75:309–20. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2005.04.001>.
- [39] Échelle Pedro - Français 2010. [https://www.pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro\\_scale\\_french\(france\).pdf](https://www.pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale_french(france).pdf) (accessed March 10, 2020).
- [40] Sakzewski L, Ziviani J, Abbott DF, Macdonell RAL, Jackson GD, Boyd RN. Randomized trial of constraint-induced movement therapy and bimanual training on activity outcomes for children with congenital hemiplegia. *Dev Med Child Neurol* 2011;53:313–20. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2010.03859.x>.
- [41] Gordon AM, Hung YC, Brandao M, Ferre CL, Kuo HC, Friel K, et al. Bimanual training and constraint-induced movement therapy in children with hemiplegic cerebral palsy: A randomized trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2011;25:692–702. <https://doi.org/10.1177/1545968311402508>.
- [42] Gelkop N, Burshtein DG, Lahav A, Brezner A, Al-Oraibi S, Ferre CL, et al. Efficacy of constraint-induced movement therapy and bimanual training in children with hemiplegic cerebral palsy in an educational setting. *Phys Occup Ther Pediatr* 2015;35:24–39. <https://doi.org/10.3109/01942638.2014.925027>.
- [43] Zafer H, Amjad I, Malik AN, Shaukat E. Effectiveness of constraint induced movement therapy as compared to bimanual therapy in upper motor function outcome in child with hemiplegic cerebral palsy. *Pakistan J Med Sci* 2016;32:181–4. <https://doi.org/10.12669/pjms.321.8491>.
- [44] Chamudot R, Parush S, Rigbi A, Horovitz R, Gross-Tsur V. Effectiveness of Modified Constraint-Induced Movement Therapy Compared With Bimanual Therapy Home Programs for Infants With Hemiplegia: A Randomized Controlled Trial. *Am J Occup Ther* 2018;72. <https://doi.org/10.5014/ajot.2018.025981>.
- [45] Afsa C. Le modèle Logit : Théorie et applications. 2016.
- [46] Hung YC, Casertano L, Hillman A, Gordon AM. The effect of intensive bimanual training on coordination of the hands in children with congenital hemiplegia. *Res Dev Disabil* 2011;32:2724–31. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.05.038>.
- [47] Haute Autorité de Santé. Etat des lieux - Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique. Avril 2013:90. [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat\\_des\\_lieux\\_niveau\\_preuve\\_gradation.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf) (accessed March 25, 2020).
- [48] AMSTAR – Grille d'évaluation de la qualité méthodologique des revues systématiques. Inst Natl d'excellence En Santé En Serv Sociaux n.d.:1–4. [https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/DocuMetho/Amstar\\_FR\\_21012015.pdf](https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/DocuMetho/Amstar_FR_21012015.pdf) (accessed April 4, 2020).

## 7 ANNEXES

### Annexe 1 : Système de classification GMF-CS, traduit de l'anglais

**Niveau I** : Marche sans restriction de mouvements

**Niveau II** : Marche avec restriction de mouvements

**Niveau III** : Marche avec aide technique à la marche

**Niveau IV** : Mobilité autonome avec restriction des mouvements ; peut utiliser une aide motorisée.

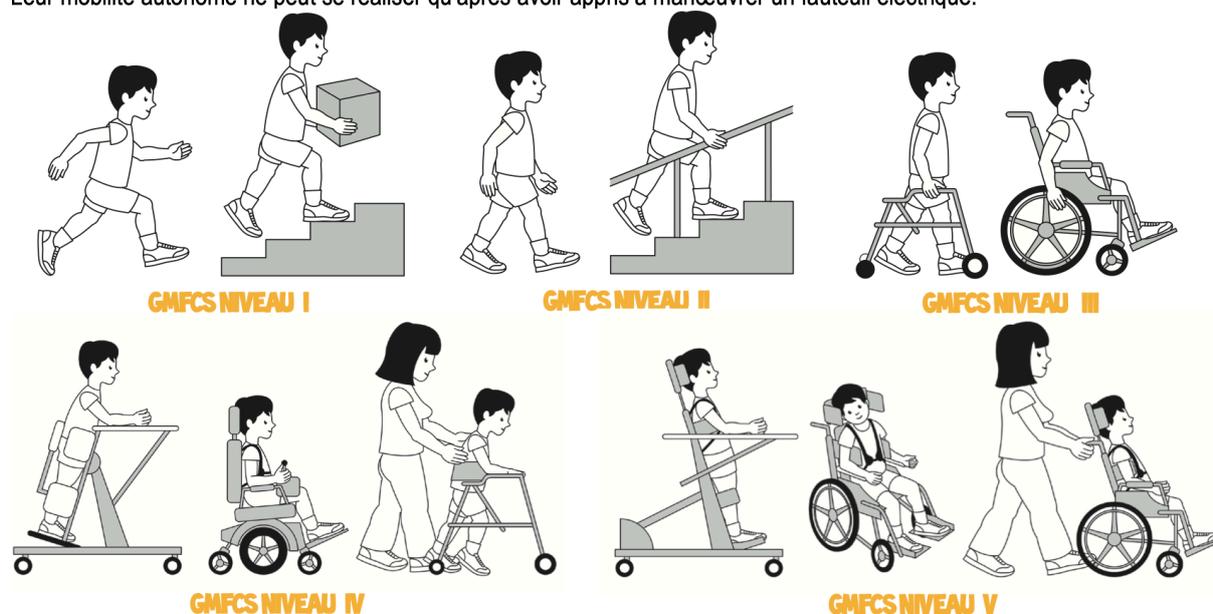
**Niveau V** : Déplacement en fauteuil roulant manuel, poussé par un adulte.

**Distinctions entre les niveaux I et II** : En comparaison avec les enfants et les adolescents classés au niveau I, ceux classés au niveau II présentent des restrictions à la marche pour les longs trajets et le maintien de leur équilibre ; ils peuvent recourir à une aide technique à la marche lors de l'apprentissage de celle-ci ; ils peuvent avoir recours à un équipement de mobilité sur roues, quand ils réalisent de longs trajets à l'extérieur et en collectivité ; ils prennent appui sur une main courante lorsqu'ils gravissent ou descendent des marches ; et ne sont pas capable de courir et de sauter aussi bien que les enfants ou adolescents classés en niveau I.

**Distinctions entre les niveaux II et III** : Les enfants (âgés de plus de 4 ans) et les adolescents classés au niveau II sont capables de marcher sans aide technique à la marche (cependant ils peuvent éventuellement choisir de l'utiliser de temps en temps). Les enfants et adolescents classés au niveau III ont besoin d'une aide technique à la marche pour se déplacer en intérieur et utilisent un équipement de mobilité sur roues pour leurs déplacements à l'extérieur et en collectivité.

**Distinctions entre les niveaux III et IV** : Les enfants et adolescents classés au niveau III s'assoient seuls ou requièrent tout au plus une assistance limitée de la part d'un tiers, ils sont plus indépendants lors des transferts qui exigent un passage en station érigée et marchent avec une aide technique. Les enfants et adolescents classés au niveau IV conservent une fonction motrice lorsqu'ils sont assis (habituellement avec support) mais leur autonomie de déplacement est limitée. Ces enfants et ces adolescents classés au niveau IV sont plus enclins à être déplacés en fauteuil roulant, ou utilisent une aide motorisée.

**Distinctions entre les niveaux IV et V** : Les enfants et adolescents classés au niveau V présentent de sévères restrictions du contrôle postural de la tête et du tronc et requièrent une assistance technologique importante, ainsi qu'une assistance physique. Leur mobilité autonome ne peut se réaliser qu'après avoir appris à manœuvrer un fauteuil électrique.



## **Annexe 2 : Anatomie du membre supérieur : régions et muscles (localisation, rôle, innervation)**

### **Abréviations employées dans cette annexe :**

- F : Flexion
- E : Extension
- ABD : Abduction
- ADD : Adduction
- RM : Rotation médiale
- RL : Rotation latérale
- S : Supination
- P : Pronation
- SH : Scapulo-humérale
- MP : Métacarpo-phalangienne
- IP : Interphalangienne (D = Distale / P = Proximale)
- RMF : Rétinaculum des muscles fléchisseurs
- IO : Interosseux (D = Dorsaux / P = palmaire)

## **Épaule**

Structure osseuse composée de la tête de l'humérus, de la scapula et de la clavicule, elle se compose de 3 articulations (scapulo-humérale (SH), acromio claviculaire et sterno-claviculaire) et de 2 espaces de glissement (scapulo-thoracique et sous-acromial)

### Muscles de la coiffe :

- Subscapulaire
  - De la face antérieure de la scapula à l'extrémité supérieure de l'humérus
  - Stabilisateur antérieur de la tête humérale en statique, RM/ADD et abaisseur de la tête en dynamique
  - Innervation/vascularisation : racines C5-C6 nerf subscapulaire, artère axillaire
- Supra-épineux
  - De la fosse supra-épineuse à l'extrémité supérieure de l'humérus
  - Stabilise la SH en statique, ABD en dynamique
  - Innervation/vascularisation : racines C5-C6 nerf suprascapulaire, artères suprascapulaire et dorsale de la scapula
- Infra-épineux
  - De la fosse infra-épineuse au tubercule majeur de l'humérus
  - Stabilisation scapulo-humérale et abaisseur de la tête en statique, rotateur latéral en dynamique
  - Innervation/vascularisation : racines C5-C6 nerf suprascapulaire, artère dorsale de la scapula
- Petit rond
  - De la face postérieure de la scapula au tubercule majeur de l'humérus
  - Stabilise et abaisse la tête en statique, RL et ADD de la SH en dynamique
  - Innervation/vascularisation : racines C5-C6 nerf axillaire, artère circonflexe postérieure

### Muscles superficiels :

- Delhoïde :
  - 3 faisceaux avec insertions différentes (antérieur sur le 1/3 latéral de la clavicule, moyen sur l'acromion et postérieur sur l'épine de la scapula) se terminent sur la face latérale et bord antérieur de l'humérus
  - ABD et suspension de l'humérus, F/légère RM pour le faisceau antérieur, ABD pure pour le faisceau moyen, ABD horizontale/RL/E pour le faisceau postérieur
  - Innervation/vascularisation : racines C5-C6 nerf axillaire, artères circonflexes antérieure et postérieure

- Grand rond
  - De la fosse infra-épineuse au ¼ supérieur de l'humérus
  - Abaissement de la tête humérale en statique, E/ADD/RM en dynamique
  - Innervation/vascularisation : racines C5-C6 nerf grand rond, artères circonflexe et subscapulaire
- Grand dorsal
  - De l'angle inférieur de la scapula à la face antérieure de l'humérus (coulisse bicapitale)
  - ADD/RM et rétroimpulsion du bras
  - Innervation/vascularisation : racines C6-C7-C8 nerf thoraco-dorsal, artère dorso-spinale

## Bras

Il est constitué par l'humérus et est responsable des mouvements du bras, de l'avant-bras et du coude.

### Muscles de la loge antérieure :

- Coraco-brachial
  - De l'angle supéro-latéral de la scapula à la diaphyse humérale
  - Suspension du bras et coaptation en statique, F de la SH, ADD/légère RL et bascule antérieure de la scapula en dynamique
  - Innervation/vascularisation : racine C5-C6 nerf musculocutané, artères axillaire et circonflexe antérieure
- Biceps-brachial
  - De l'angle supéro-latéral de la scapula à l'extrémité supérieure du radius
  - Stabilise la tête humérale (longue portion) et suspension du bras (courte portion) en statique, flexion de la SH et F/S du coude en dynamique
  - Innervation/vascularisation : racine C5-C6 nerf musculocutané, artère brachiale
- Brachial
  - De la moitié inférieure de la diaphyse humérale au processus coronoïde et extrémité supérieure de l'ulna
  - Renfort antérieur de la capsule du coude en statique, F +++
  - Innervation/vascularisation : racine C5-C6 nerf musculocutané, artère brachiale

### Muscle de la loge postérieure :

- Triceps brachial :
  - 3 portions avec insertions différentes (longue sur le bord axillaire de la scapula, latérale et médiale sur la face postérieure de la diaphyse humérale) se terminent sur la face latérale et bord antérieur de l'humérus
  - En statique : suspension de l'humérus et coaptation (si bras en ABD à 90°) pour la longue portion, protecteur inférieur de la capsule pour la longue portion et le chef latéral, stabilisation du coude pour le chef médial. En dynamique : légère ADD et faible extension de la SH, extension du coude pour les 3 chefs
  - Innervation/vascularisation : racines C7-C8 nerf radial, artères brachiale profonde et collatérale ulnaire supérieure.

## Avant-bras

Il se compose du radius et de l'ulna, il est responsable des mouvements de pronosupination de l'avant-bras et des mouvements du poignet et doigts

### Muscles de la loge antérieure :

- Brachio-radial
  - Du bord latéral de l'humérus à l'extrémité inférieure du radius
  - F et ramène en position intermédiaire de pronosupination en dynamique
  - Innervation/vascularisation : racine C5-C6 nerf radial, artère radiale
- Long extenseur (LERC) et court extenseur (CERC) du carpe
  - Du corps de l'humérus au 2<sup>ème</sup> métacarpien (LERC) et de l'extrémité inférieure de l'humérus (CERC) au 3<sup>ème</sup> métacarpien
  - Stabilisation latérale du coude et participation à l'effet ténodèse en statique, ABD/E légère (LERC), E +++ (CERC) en dynamique
  - Innervation/vascularisation : racines C6-C7 ( $\pm$ C8 pour le CERC) nerf radial, artère radiale
- Supinateur
  - De l'extrémité inférieure de l'humérus au bord antérieur du radius (plan superficiel) et de l'extrémité supérieure de l'ulna à la face latérale du radius (plan profond)
  - Stabilisation latérale du coude et supinateur
  - Innervation/vascularisation : racines C6-C7 branche profonde du nerf radial, artères radiale et interosseuse

### Muscles de la loge postérieure, plan superficiel :

- Anconé :
  - De l'extrémité inférieure de l'humérus à l'extrémité supérieure et le corps de l'ulna
  - Stabilisation postéro-latérale en statique, extension (verrouillage en rectitude) en dynamique
  - Innervation/vascularisation : racines C7-C8 nerf inférieur du chef médial et de l'anconé, artère interosseuse postérieure.
- Extenseur ulnaire du carpe
  - De l'extrémité inférieure de l'humérus et du bord postérieur de l'ulna à la base du 5<sup>ème</sup> métacarpien
  - En statique : stabilisation de l'interligne huméro-radiale (coude), stabilisation médiale (poignet). En dynamique : E/ADD du poignet
  - Innervation/vascularisation : racines C6-C7-C8 du nerf radial (branche profonde), artère interosseuse postérieure.
- Extenseur du 5<sup>ème</sup> doigt
  - De l'extrémité inférieure de l'humérus au bord médial de l'extenseur des doigts
  - E du 5<sup>ème</sup> doigt + participe à l'E et ADD du poignet
  - Innervation/vascularisation : racines C7-C8 nerf radial (branche profonde), artère interosseuse postérieure.
- Extenseur des doigts
  - De l'extrémité inférieure de l'humérus à la base des 3 phalanges des 4 doigts longs
  - En statique : contribue à la stabilisation latérale du coude. En dynamique : E des doigts (surtout les métacarpo-phalangiennes) et du poignet

- Innervation/vascularisation : racines C7-C8 nerf radial (branche profonde), artères interosseuse postérieure et interosseuse récurrente.

Muscles de la loge postérieure, plan profond :

- Long ABD du pouce :
  - De la face postérieure du radius et de l'ulna à la base du 1<sup>er</sup> métacarpien (M1)
  - Stabilisation de la trapézo-métacarpienne en statique, ABD du pouce et porte M1 vers l'avant, légère ABD du poignet en dynamique
  - Innervation/vascularisation : racines C7-C8 branche profonde du nerf radial, artère interosseuse postérieure.
- Long et court extenseurs du pouce
  - De la face postérieure de l'ulna et du 1/3 moyen du radius à P2 du I (long) et P1 du I (court)
  - En statique : stabilisation de l'interphalangienne IP (long), stabilisation de la MP (court). En dynamique : E de l'IP, contre opposition et extension de la colonne du pouce ( $\pm$  E du poignet) pour le long, E de la MP du I pour le court.
  - Innervation/vascularisation : racines C7-C8 nerf radial (branche profonde), artère interosseuse postérieure.
- Extenseur de l'index
  - De la face postérieure de l'ulna au bord médial de l'index
  - E du doigt (surtout les MP) et ADD (surtout si P2 et P3 fléchies pour inhiber les interosseux), participe à l'E du poignet.
  - Innervation/vascularisation : racines C7-C8 nerf radial (branche profonde), artère interosseuse postérieure.

Muscles de la loge antérieure, plan superficiel :

- Rond pronateur :
  - De l'extrémité inférieure de l'humérus et supérieure de l'ulna à la face latérale du radius
  - Stabilisation médiale du coude, P/F
  - Innervation/vascularisation : racines C6-C7 nerf médian, artères brachiale, radiale et ulnaire + récurrente + interosseuse commune et antérieure
- Fléchisseur radial du carpe
  - De l'extrémité inférieure de l'humérus à la base du 2<sup>ème</sup> métacarpien
  - En statique : stabilisation médiale du coude, stabilisation carpo-métacarpienne des 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> doigts. En dynamique : F/ABD du poignet
  - Innervation/vascularisation : racines C6-C7 du nerf médian, artère radiale.
- Long palmaire
  - De l'extrémité inférieure de l'humérus au rétinaculum des muscles fléchisseurs
  - Tension proximale du RMF en statique, flexion du poignet en dynamique
  - Innervation/vascularisation : racines C6-C7-C8 nerf médian, artère ulnaire.
- Fléchisseur ulnaire du carpe (FUC)
  - De l'extrémité inférieure de l'humérus et du corps de l'ulna au pisiforme
  - En statique : tension transversale du RMF (poignet), stabilisation médiale du coude. En dynamique : F/ADD du poignet
  - Innervation/vascularisation : racines C7-C8-T1 nerf ulnaire, artère ulnaire

### Muscles de la loge antérieure, plan moyen :

- Fléchisseur superficiel des doigts :
  - Multiples insertions au niveau du radius, ulna et humérus et se terminant au niveau de P2 des 4 doigts longs
  - Stabilisation du coude et de l'IPP en statique, F des doigts et du poignet en dynamique.
  - Innervation/vascularisation : racines C7-C8-T1 nerf médian, artères radiale et ulnaire

### Muscles de la loge antérieure, plan profond :

- Fléchisseur profond des doigts
  - De  $\frac{3}{4}$  supérieur de l'ulna à P3 des doigts longs
  - En statique : stabilisation des IPD. En dynamique : F des IPD et du poignet
  - Innervation/vascularisation : racines C8-T1 du nerf médian, ulnaire et interosseux postérieur (accessoire), artère ulnaire.
- Long fléchisseur du pouce
  - De la face antérieure du radius à la base de P2 du pouce, F de l'IP du pouce et pronation de la colonne du pouce en dynamique
  - Innervation/vascularisation : racines C8-T1 nerf médian, artère radiale.
- Carré pronateur
  - Face antérieure du corps de l'ulna à la face antérieure du corps du radius
  - En statique : stabilisation de la radio-ulnaire inférieure. En dynamique : P
  - Innervation/vascularisation : racines C8 nerf interosseux antérieur, artère interosseuse antérieure.

## MAIN

Structure osseuse composée 27 os, elle a un rôle dans la préhension, manipulation des objets et le sens du toucher. C'est un élément indispensable du corps humain.

### Muscles thénariens :

- Court ABD du pouce
  - De la face antérieure du scaphoïde au sésamoïde latéral et P1 du pouce
  - Stabilisateur de la MP du I en statique, ABD/F de P1, E de P2 (par la dossière)
  - Innervation/vascularisation : racine C8-T1 branche terminale du nerf médian, artère de l'arcade palmaire superficielle
- Opposant du pouce
  - De la face antérieure du trapèze au corps de M1
  - Stabilisation de la trapézo-métacarpienne en statique, F/ADD/P en dynamique
  - Innervation/vascularisation : racines C8-T1 branche terminale du nerf médian, artère de l'arcade palmaire superficielle
- Court fléchisseur du pouce
  - De la face antérieure du trapèze (faisceau superficiel) et de la face antérieure du trapèze et du capitatum (faisceau profond) au sésamoïde latéral et P1 du pouce
  - Stabilisation de la MP du pouce en statique, F de P1 en dynamique
  - Innervation/vascularisation : racines C8-T1 nerfs médian (faisceau superficiel) et ulnaire (faisceau profond), artère des arcades palmaires superficielle et profonde
- ADD du pouce
  - Du trapézoïde, capitatum et M3 (faisceau oblique) et de M3 (faisceau transverse) au sésamoïde médial et P1 du pouce

- Stabilisation de la MP du pouce en statique, ADD en dynamique
- Innervation/vascularisation : racine C8- T1 branche profonde du nerf ulnaire, artère de l'arcade palmaire profonde

#### Muscles hypothénariens :

- Court palmaire :
  - Origine et terminaison : fascia palmaire médial (insertion latérale), derme profond (insertion médiale)
  - Fronce les téguments de la partie médiale du talon de la main
  - Innervation/vascularisation : racines C8-T1 branche superficielle du nerf ulnaire (faisceau profond), artère de l'arcade palmaire superficielle
- ABD du 5<sup>ème</sup> doigt
  - Du pisiforme à P1
  - En statique : tension transversale du RMF avec le FUC, stabilisation de la MP du 5<sup>ème</sup> doigt. En dynamique : ABD du 5<sup>ème</sup> doigt
  - Innervation/vascularisation : racines C8-T1 branche profonde du nerf ulnaire (faisceau profond), artères des arcades palmaires superficielle et profonde
- Court fléchisseur du 5<sup>ème</sup> doigt
  - De l'hamatum à la base de P1 du 5<sup>ème</sup> doigt
  - Stabilisation de la MP du 5<sup>ème</sup> doigt en statique, F de la MP du 5<sup>ème</sup> doigt en dynamique
  - Innervation/vascularisation : racines C8-T1 branche profonde du nerf ulnaire (faisceau profond), artères des arcades palmaires superficielle et profonde
- Opposant du 5<sup>ème</sup> doigt
  - De l'hamatum à la base de P1 du 5<sup>ème</sup> doigt
  - En statique : stabilisation de la carpo-métacarpienne du 5<sup>ème</sup> doigt. En dynamique : porte M5 en avant, en dehors et en S
  - Innervation/vascularisation : racines C8-T1 branche profonde du nerf ulnaire (faisceau profond), artère de l'arcade palmaire profonde

#### Muscles de la loge interosseuse :

- Interosseux
  - Des faces latérales de 2 métacarpiens adjacents (IOD) et du corps de tous les métacarpiens (sauf M3) à P1 (faisceau profond), à la dossière et au tendon de l'extenseur des doigts (faisceau superficiel).
  - Stabilisateur des MP en statique, F des MP et E des IPP et IPD, ABD des doigts (IOD), ADD des doigts (IOP)
  - Innervation/vascularisation : racine C8- T1 branche profonde du nerf ulnaire, artère de l'arcade palmaire profonde
- Lombricaux
  - Du bord latéral des tendons du FPD du II et du III (faisceaux latéraux) et du bord latéral des tendons du FPD du III, IV, V au bord latéral du tendon de l'extenseur des doigts
  - Proprioception des doigts en statique, semblable à l'action des interosseux en dynamique
  - Innervation/vascularisation : racines C8-T1 branche terminale du nerf médian (latéraux) et branche profonde du nerf ulnaire (médiaux), artère de l'arcade palmaire profonde.

### Annexe 3 : Tests présents dans les études

- AHA : Assisting Hand Assessment (évaluation de la main assistante)

Il s'agit d'un instrument d'évaluation, développé par L. Krumdlinde-Sundholm et al, validé pour des enfants âgés de 18 mois à 12 ans, mesurant l'efficacité avec laquelle des enfants souffrant d'une atteinte unilatérale utilisent la main atteinte (assistante) dans des situations de jeu. Cela requiert donc d'effectuer des tâches lors d'activités bimanuelles, le tout étant évalué sur 22 items, côtés de 1 à 4. Ce test dispose de propriétés statistiques non négligeables (validité interne, fiabilité test-retest et intra et inter-examineurs, sensibilité au changement), il est standardisé et reproductible. Le principe est qu'une main assistante/atteinte n'a pas besoin d'être aussi rapide qu'une main dominante pour que les activités bimanuelles soient possibles. Ce test se déroule sous contrôle vidéo, les sessions de jeu durent entre 10 et 15 minutes, on observe comment l'enfant utilise spontanément sa main atteinte pour effectuer différentes tâches.

Cette échelle est adaptée aux nourrissons sous la forme de mini-AHA pour mesurer l'impact du traitement sur la fonction de la main.

- ➔ Test mené en observant un bébé utiliser des jouets qui encouragent spécifiquement l'utilisation bimanuelle.
- ➔ Test fiable et validé de 8 à 18 mois
- ➔ Les scores bruts au mini-AHA varient de 20 à 80 et sont convertis en score unitaire standard.

- FI : le Functional Inventory

Il évalue l'impact d'un traitement sur la fonction motrice et manuelle globale.

- ➔ Test pour les nourrissons de 7 à 18 mois
- ➔ Comprend 31 items et englobe les activités attendues chez des enfants sans handicap au même âge
- ➔ Division en 3 catégories : GMS (motricité brute : 12 items → glisse sur le ventre, s'assoit sans aide), UHU (utilisation unilatérale des mains : 12 items → tire les mains de sa manche, pointe du doigt) et BHU (utilisation bilatérale des mains : 7 items → applaudit, tend la main pour se tenir). De 0 à 1 pour chaque item

- DMQ : Dimensions of Mastery Questionnaire

Il évalue la relation possible entre la motivation et le résultat du traitement. La motivation est considérée comme un facteur important dans l'apprentissage moteur. Il prend 10 à 15 minutes pour être complété.

- ➔ Version infantile standardisée pour le 6-18 mois et remplie par les parents, bonne cohérence interne
- ➔ Mesure de la motivation en demandant aux parents d'évaluer le comportement de leur enfant sur 45 items en utilisant une échelle de notation à 5 niveaux
- ➔ 7 sous-échelles : OOP (persistance orientée objet), GMP (persistance motrice brute), SPC (persistance sociale avec les enfants), SPA (persistance sociale avec les adultes), MP (maîtrise de plaisir), NRF (réactions négatives à l'échec), GC (compétences générales)

- JTTHF : Jebsen Taylor Test Hand Function [45][46]

Développée en 1969 par Jebsen, Taylor et al., il s'agit d'un test standardisé chronométré permettant d'évaluer les capacités motrices fonctionnelles de la main. Nécessitant 30 à 45 min pour être complété, il a pour but de mesurer la motricité fine, les tâches fonctionnelles avec et sans charges lourdes et s'appuie sur les 7 items suivants :

- Écrire une courte phrase (24 lettres, difficulté de lecture de 3<sup>e</sup> année)
- Stimuler le tournage de page
- Soulever de petits objets
- Simuler l'alimentation
- Empiler des pions de jeux de dames
- Ramasser de grands objets légers
- Ramasser de grands objets lourds.

Le test débute par la main non dominante. On évalue le temps que met la personne pour accomplir la tâche et on note le résultat obtenu à la seconde près puis on additionne les scores de chaque item.

- QUEST : Quality of Upper Extremity Skills Test

Il s'agit d'un test validé et fiable les enfants paralysés cérébraux de 18 mois à 8 ans permettant d'évaluer la fonction de la main et la qualité des mouvements. Les 4 domaines évalués par le QUEST sont les suivants : mouvements dissociés, force d'appui et de protection (extension protégée et port de poids), préhension (saisie d'objets par les deux mains). D'une durée de 30 à 45 minutes, il comprend 36 items (dont 3 sont dédiés à la fonction de la main, à la spasticité et à la coopération) cotés sur 2 points déterminé par la qualité de la position ou du mouvement évalué. Le score minimal est de 0, celui maximal est de 100. On ne trouve ce test qu'en anglais.

**Dissociated Movement** (19 items with one level of response for each item)

Shoulder:	Flexion Flexion with fingers extended Abduction Abduction with fingers extended	<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
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	<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
Independent movements:	Fingers Thumb	
Arm position during grasp/release:	Grasp using thumb Grasp using palm Release from thumb and fingers Release from palm	<b>Protective Extension</b> (3 items with six levels of response for each item) Protective extension - forward Protective extension - side Protective extension - backward

- GAS : Goal Attainment Scale

Utilisé pour quantifier les progrès obtenus par rapport aux objectifs fixés avant l'affectation dans chaque groupe. Cette échelle aide à **l'élaboration d'objectifs individualisés** dont l'atteinte est mesurable et quantifiable. La pertinence des objectifs est évaluée en fonction de

l'âge et des capacités actuelles, par un kinésithérapeute hors site. L'accent est mis dans l'étude sur l'intégration de mouvements pratiqués lors d'activités amusantes sur une durée de 30 minutes par jour.

- MUUL : Melbourne Assessment of Unilateral Upper Limb Function

Il permet de mesurer la qualité du mouvement du membre supérieur atteint (capacité unimanuelle) par des évaluations vidéographiques chez des enfants âgés de 5 à 15 ans et présentant des déficits neurologiques. Même si ce test dispose d'une bonne validité, il faut cependant faire attention à la fiabilité puisque celle intra et inter-évaluateur varie en fonction du type de paralysie cérébrale et de l'âge. Cette évaluation se compose de 16 items qui englobent les fonctions d'approche, de prise, de manipulation et de lâcher. Elle n'est disponible qu'en anglais.

Item	Description	0	1	2	3	4	Comments
<b>Item 1</b>	<b>Reach forwards</b>						
1.1	Range of movement	0	1	2	3	-	
1.2	Target accuracy	0	1	2	3	-	
1.3	Fluency	0	1	2	3	-	
<b>Item 2</b>	<b>Reach forwards to an elevated position</b>						
2.1	Range of movement	0	1	2	3	-	
2.2	Target accuracy	0	1	2	3	-	
2.3	Fluency	0	1	2	3	-	
<b>Item 3</b>	<b>Reach sideways to an elevated position</b>						
3.1	Range of movement	0	1	2	3	-	
3.2	Target accuracy	0	1	2	3	-	
3.3	Fluency	0	1	2	3	-	
<b>Item 4</b>	<b>Grasp of crayon</b>	0	1	2	3	4	
<b>Item 5</b>	<b>Drawing grasp</b>	0	1	2	3	-	
<b>Item 6</b>	<b>Release of crayon</b>						
6.1	Range of movement	0	1	2	3	-	
6.2	Quality of movement	0	1	2	3	-	
6.3	Accuracy of release	0	1	2	3	4	
<b>Item 7</b>	<b>Grasp of pellet</b>	0	1	2	3	4	
<b>Item 8</b>	<b>Release of pellet</b>						
8.1	Range of movement	0	1	2	3	-	
8.2	Quality of movement	0	1	2	3	-	
8.3	Accuracy of release	0	1	2	3	4	
<b>Item 9</b>	<b>Manipulation</b>						
9.1	Finger dexterity	0	1	2	3	4	
9.2	Fluency	0	1	2	3	-	
<b>Item 10</b>	<b>Pointing</b>						
10.1	Red square	0	1	2	3	4	
10.2	Green square	0	1	2	3	4	
10.3	Yellow square	0	1	2	3	4	
10.4	Blue square	0	1	2	3	4	
<b>Item 11</b>	<b>Reach to brush from forehead to back of neck</b>						
11.1	Range of movement	0	1	2	3	4	
11.2	Fluency	0	1	2	3	-	
<b>Item 12</b>	<b>Palm to bottom</b>						
12.1	Range of movement	0	1	2	3	-	
12.2	Fluency	0	1	2	3	-	
<b>Item 13</b>	<b>Pronation/supination</b>	0	1	2	3	4	
<b>Item 14</b>	<b>Hand to hand transfer</b>	0	1	2	3	4	
<b>Item 15</b>	<b>Reach to opposite shoulder</b>						
15.1	Range of movement	0	1	2	3	-	
15.2	Target accuracy	0	1	2	3	-	
15.3	Fluency	0	1	2	3	-	
<b>Item 16</b>	<b>Hand to mouth and down</b>						
16.1	Range of movement	0	1	2	3	-	
16.2	Target accuracy	0	1	2	3	-	
16.3	Fluency	0	1	2	3	-	
16.4	Speed	0	1	2	-	-	

**Total raw score:**

**Maximum total score (122):**

**% Score:**

$$\left( \frac{\text{raw score}}{\text{maximum total score}} \times 100 \right)$$

## Appendix II: Scoring Example

*Item 3: Reach sideways to elevated position*

### Sub-skill 1: Range of movement

Pause the video on the initial point of sustained contact with the target and score at this point.

**Scoring criteria**

- 3 Required range of movement:
- some trunk displacement and head righting if required after range of movement listed below has been achieved
  - shoulder abduction within 80°–100° range
  - neutral shoulder rotation
  - elbow extension within 135°–180° range
  - forearm pronated 60°–90°
  - wrist in neutral or extension.
- 2 Compensatory movements and/or abnormal movement patterns involving one or two joints, observed at the:
- trunk
  - neck
  - shoulder
  - elbow
  - wrist.
- 1 Compensatory movements and/or abnormal movement patterns involving three or more joints, as observed in 2 above.
- 0 Insufficient range of movement to complete task.

Comments: note abnormal movement patterns or compensatory movements observed and at which joints they occur.

**Sub-skill 2: Target accuracy**

Pause the video on the initial point of sustained contact with the target and score at this point.

If the child touches two of the below criteria simultaneously score at the lowest level.

**Scoring criteria**

- 3 Reaches smiley face on initial point of sustained contact.
- 2 Reaches coloured circle on initial point of sustained contact.
- 1 Reaches switch on initial point of sustained contact.
- 0 Does not reach switch

Comments: note if two or more areas of the switch are touched simultaneously.

**Sub-skill 3: Fluency**

View the movement of reaching at normal speed. Score the fluency of any attempted movement even if the movement did not result in successful contact with the switch.

**Scoring criteria**

- 3 Smoothly coordinated movement.
- 2 Barely noticeable jerkiness or tremor present with task still easily achieved.
- 1 Clearly noticeable jerkiness or tremor present, requiring increased effort to achieve task.
- 0 Unable to achieve task due to excessive jerkiness or tremor preventing required contact.

Comments: note at which point in the reach movement the jerkiness or tremor is apparent.

**Annexe 4 : Données statistiques prises en compte pour l'analyse des résultats**

<p><b>Taille de l'effet</b></p>	<p>Il s'agit d'une mesure de la force de l'effet d'une variable sur une autre. Cela décrit à quel degré un phénomène se présente dans une population. Cette taille décrit dans quelle mesure l'hypothèse nulle est fautive. Dans ce cas-là, au plus la valeur est grande, au plus on justifie de rejeter une hypothèse nulle.</p> <p>Ce terme peut se référer à une mesure normalisée de l'effet : r ou corrélation de Pearson principalement mais aussi d de Cohen.</p> <p>Cela nous permet de savoir de déterminer la pertinence d'un essai clinique et donc de juger de l'efficacité d'un traitement.</p>
<p><b>Valeur p (coefficient de signification)</b></p>	<p>Elle désigne la valeur de probabilité et est utilisée dans le cadre d'essais cliniques afin de donner une indication permettant de savoir si le résultat obtenu est dû au hasard ou au traitement.</p> <p>Au plus cette valeur est petite, moins le résultat est dû au hasard. Par exemple lorsque cette valeur est inférieure à 0,05, il y a moins de 5% de chance que le hasard ait un impact sur le résultat obtenu. Ainsi en dessous de 0,05 les résultats sont statistiquement significatifs.</p>
<p><b>Intervalle de confiance à 95% = Intervalle d'estimation</b></p>	<p>C'est un intervalle de valeur ayant 95% de chance de contenir la vraie valeur du paramètre qui est estimé. Il permet de visualiser l'incertitude de l'estimation. Ainsi il regroupe l'ensemble des valeurs qui sont raisonnablement compatibles avec le résultat estimé.</p> <p>Cela permet de généraliser la taille de l'effet de l'échantillon étudié à la population plus générale.</p> <p>Il est influencé par la taille de l'échantillon puisque le risque d'erreurs d'échantillonnages jugées acceptables est donc de 5%. Ainsi au plus cet intervalle est grand, moins les résultats sont potentiellement interprétables.</p> <p>Mais il est également influencé par l'écart-type, lequel permet d'appréhender l'hétérogénéité des groupes. Ainsi au plus la valeur sera</p>

	<p>importante, au plus la population sera hétérogène et donc l'intervalle de confiance moins fiable.</p> <p>Si les intervalles de confiance se chevauchent, le p est alors supérieur à 0,05.</p>
<b>Écart-type</b>	<p>Il permet de mesurer la dispersion d'un ensemble de valeurs autour de la moyenne. Plus il est faible, plus la population est homogène. Il n'est jamais négatif et est de 0 si toutes les valeurs d'un ensemble de données sont les mêmes.</p> <p>C'est la racine carrée de la variance.</p>
<b>Erreur-standard</b>	<p>L'erreur standard est considérée comme l'écart-type de la distribution (théorique) de toutes les erreurs qui seraient commises en faisant varier les échantillons avec lesquels on opère. Elle est donc directement proportionnelle à l'écart-type et inversement proportionnelle à la racine carrée de l'effectif de l'échantillon.</p>

## Annexe 5 : Échelle PEDro

### Échelle PEDro – Français

---

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:

---

## Annexe 6 : Résultats du GAS (Goal Attainment Scale) pour l'étude de Gordon A.

Table 3. Goal Attainment Scale

Goal Category	Number of Goals					
Unimanual	6 (17.0%)					
Bimanual	36 (83.0%)					
Functional goal type						
Dressing	26 (62.0%)					
Eating	12 (28.6%)					
Improve object manipulation	3 (7.1%)					
Other	1 (2.3%)					
Play goal type						
Ball play	19 (45.2%)					
Computer/video game	6 (14.2%)					
Scissors	5 (11.9%)					
Other <sup>a</sup>	12 (28.7%)					
Goal Practice (minutes)	Intervention	Home				
CIMT	70.8 (78.7)	12.1 (22.1)				
HABIT	138.0 (98.2)	25.9 (32.3)				
t Test	$t = 2.45, P < .05$	$t = 1.6, P = .11$				
	Immediate Posttest (95% CI)	1-Month Posttest (95% CI)	6-Month Posttest (95% CI)	Group Effect PValue (Partial $\eta^2$ )	Test Session Effect PValue (Partial $\eta^2$ )	Interaction PValue (Partial $\eta^2$ )
GAS (T score—all goals) <sup>b</sup>						
CIMT	51.0 (47.5, 54.4)	54.5 (51.5, 57.6)	59.0 (55.8, 62.3)	—	—	—
HABIT	59.1 (55.6, 62.7)	61.3 (58.1, 64.4)	63.8 (60.5, 67.0)	—	—	—
Mean	55.0 (52.6, 57.5)	57.9 (55.7, 60.1)	61.3 (58.9, 63.7)	$P < .001 (.264)$	$P < .001 (.235)$	$P = .412 (.022)$
GAS (T score—unpracticed)						
CIMT	47.5 (39.4, 55.6)	49.5 (42.9, 56.1)	59.5 (53.5, 65.5)	—	—	—
HABIT	60.0 (50.3, 69.7)	60.7 (52.8, 68.6)	61.4 (54.2, 68.7)	—	—	—
Mean	53.8 (47.4, 60.1)	55.1 (50.0, 60.3)	60.5 (55.8, 65.2)	$P < .05 (.258)$	$P = .076 (.158)$	$P = .174 (.110)$

Abbreviations: CIMT, constraint-induced movement therapy; HABIT, Hand-Arm Intensive Bimanual Therapy; CI, confidence interval; GAS, Goal Attainment Scale.

<sup>a</sup>Other play activities included braiding hair, holding a book or cards, playing with Legos, dressing a doll, and using a remote car.

<sup>b</sup>Average of functional and play T scores; Mean, refers to the mean of the CIMT and HABIT groups.

## Annexe 7 : Résultats du DMQ (Dimensions of Mastery Questionnaire) pour l'étude de Chamudot R.

Table 3. Semipartial Correlations Between the Seven DMQ Subscale Scores and the Mini-AHA Difference Score

Subscale	<i>r</i>	<i>p</i>
OOP		
mCIMT	-.503*	.047
BIM	.096	.733
GMP		
mCIMT	-.387	.139
BIM	.093	.742
SPC		
mCIMT	.190	.480
BIM	-.084	.766
SPA		
mCIMT	.203	.452
BIM	-.226	.418
MP		
mCIMT	.109	.687
BIM	-.152	.589
NRF		
mCIMT	.197	.463
BIM	-.260	.349
GC		
mCIMT	-.083	.760
BIM	.224	.423

Note. BIM = bimanual therapy; DMQ = Dimensions of Mastery Questionnaire; GC = General Competence; GMP = Gross Motor Persistence; mCIMT = modified constraint-induced movement therapy; Mini-AHA = Mini-Assisting Hand Assessment; MP = Mastery of Pleasure; NRF = Negative Reactions to Failure; OOP = Object-Oriented Persistence; SPA = Social Persistence With Adults; SPC = Social Persistence With Children.

\* $p = .05$ .

**Annexe 8 :** « Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique » de la HAS

Type de protocole préférentiellement proposé pour une question donnée

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

Classification générale du niveau de preuve des études

Niveau de preuve	Description
Fort	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Le protocole est adapté pour répondre au mieux à la question posée</li> <li>○ La réalisation est effectuée sans biais majeur</li> <li>○ L'analyse statistique est adaptée aux objectifs</li> <li>○ La puissance est suffisante</li> </ul>
Intermédiaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Le protocole est adapté pour répondre au mieux à la question posée</li> <li>○ Puissance nettement insuffisante (effectif insuffisant ou puissance a posteriori insuffisante)</li> <li>○ Et/ou des anomalies mineures</li> </ul>
Faible	Autres types d'études

Grade des recommandations en fonction du niveau de preuve fourni par la littérature

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	Niveau 1 - essais comparatifs randomisés de forte puissance ; - méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ; - analyse de décision fondée sur des études bien menées.
B Présomption scientifique	Niveau 2 - essais comparatifs randomisés de faible puissance ; - études comparatives non randomisées bien menées ; - études de cohortes.
C Faible niveau de preuve scientifique	Niveau 3 - études cas-témoins.  Niveau 4 - études comparatives comportant des biais importants ; - études rétrospectives ; - séries de cas ; - études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).

**Annexe 9 :** Grille AMSTAR, grille d'évaluation de la qualité méthodologique des revues systématiques

Liste des critères	Critère validé ✓	Raison de la non-validation
1	✓	
2		Une seule personne fait la sélection des études et l'extraction des données
3		Pas de recours à une stratégie complémentaire telle que la littérature grise
4	✓	
5	✓	
6	✓	
7	✓	
8	✓	
9		L'hétérogénéité est expliquée mais elle n'utilise pas de modèles la justifiant
10	✓	Bien que le biais de publication ne soit pas évalué, le nombre d'essais cliniques inclus dans la revue (inférieur à 10) étant précisé et justifiant cette non-évaluation, le critère est validé
11		Il n'y a pas de source de financement, de plus certaines études incluses ne précisent pas la nature du financement ou la présence/absence de conflits d'intérêts.

## RÉSUMÉ

**Introduction :** On retrouve en France près de 125 000 enfants présentant une paralysie cérébrale, avec une atteinte unilatérale prédominante et une déficience motrice très courante. De ce fait de nouvelles techniques voient le jour afin d'améliorer la prise en charge de cette pathologie, dans la perspective de leur procurer une certaine autonomie. Utilisée chez l'adulte post-AVC, la thérapie par contrainte du mouvement pourrait être prometteuse si elle était davantage développée dans le monde pédiatrique. **Objectif :** Le but de cette revue de littérature est de déterminer qui, de la thérapie par contrainte induite ou de la thérapie bimanuelle, présente un avantage supérieur dans l'amélioration de la fonction motrice et l'utilisation spontanée du membre supérieur hémiplégique de l'enfant paralysé cérébral. **Méthode :** Quatre bases de données électroniques et moteurs de recherches ont été investigués (PubMed, Cochrane Library, ClinicalTrial.org, PEDro) d'octobre 2019 à février 2020. Seuls des essais cliniques permettant de répondre à la question clinique ont été inclus. **Résultats :** 5 études répondant aux critères d'éligibilité ont été analysées. Un total de 197 enfants, de 8 mois d'âge corrigé à 12 ans ont été inclus dans différents protocoles (de 12 à 96 heures de pratique intensive). Les résultats montrent une amélioration motrice et fonctionnelle dans chacun des deux groupes mais globalement les tailles d'effet obtenues ne favorisent aucune des interventions dans le temps. **Conclusion :** Il n'est pas possible de mettre en avant une méthode plus qu'une autre puisque les deux présentent des gains similaires. Cependant en fonction des objectifs de traitement, on pourra plus insister sur la TCIM lorsque l'on veut rééduquer spécifiquement le membre atteint, et la TB lorsque l'on veut améliorer la coordination. Ce qui est important est l'intensité mise pour réaliser une tâche.

Mots-clés : Paralysie cérébrale, thérapie par contrainte induite du mouvement, thérapie bimanuelle, enfants

## ABSTRACT

**Background :** In France, around 125 000 children have cerebral palsy, with predominant unilateral damages and frequent motor deficiency. In this way, new techniques emerge to improve the care for this pathology, in order to provide a certain autonomy. Already used with post-stroke adults, constraint-induced movement therapy (CIMT) could be promising if it was more developed in the pediatric sector. **Objective :** The purpose of this review is to identify which of constraint-induced movement therapy or bimanual intensive therapy (BIT), better benefits the increase of motor function and spontaneous use of hemiplegic upper extremity of children with cerebral palsy. **Methods :** Four electronic databases and search engines have been used (PubMed, Cochrane Library, ClinicalTrial.org, PEDro) between October 2019 and February 2020. Only randomized controlled trials (RCT) have been included to answer the clinical question. **Results :** Five RCT meeting the eligibility criteria have been analyzed. A total of 197 children, from corrected age 8 to 12 years old, have been included in different protocols (from 12 to 96 hours of intensive practice). Results have shown motor and functional improvement for each group, but overall the effect sizes did not favor one of the interventions in the long run. **Conclusion :** It is not possible to lean more towards one of the technics because both have shown similar benefits. However, depending on the objectives of treatment, we could use CIMT to rehabilitate specifically the affected upper limb extremity, or BIT to increase coordination. But the most important to remember in these studies is the intensity used to realize specific tasks.

Keywords : Cerebral palsy, constraint-induced movement therapy, bimanual intensive therapy, children