



**HAL**  
open science

# Intérêt de la Thérapie Musicale Neurologique dans la prise en charge des patients atteints de Paralyse Cérébrale: revue de Littérature

Hugo Wirth

► **To cite this version:**

Hugo Wirth. Intérêt de la Thérapie Musicale Neurologique dans la prise en charge des patients atteints de Paralyse Cérébrale: revue de Littérature. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-03125280

**HAL Id: dumas-03125280**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03125280>**

Submitted on 29 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.

**Intérêt de la Thérapie Musicale  
Neurologique dans la prise en charge  
des patients atteints de Paralyse  
Cérébrale : Revue de Littérature**

**WIRTH Hugo**

**Directeur de mémoire : M. YAGHDJIAN Gilbert**

## ***Remerciements***

Tout d'abord, je remercie l'ensemble de l'équipe pédagogique de l'IFMK Marseille et particulièrement mon directeur de mémoire M. YAGHDJIAN.

Je tiens à remercier ma petite amie Pauline pour son soutien de tous les jours, mes amis Fabien et Gregory pour leurs conseils précieux, et ma marraine Faustine, qui m'a beaucoup aidé, dans la vie comme pour la rédaction de cette revue de littérature.

Enfin, je tiens à dédier ce travail à la mémoire de mon père, qui trouvait toujours une grande fierté dans l'accomplissement de mes études, et qui m'a transmis une force de vie inestimable.

# TABLE DES MATIÈRES

Introduction.....	1
1.1. La Paralyse cérébrale.....	1
1.1.1. Physiopathologie de la paralysie cérébrale .....	2
1.1.2. Epidémiologie de la paralysie cérébrale .....	6
1.2. Hypothèse théorique sur l'intérêt des thérapies musicales.....	7
1.3. Description des traitements évalués.....	8
1.3.1. La thérapie musicale neurologique.....	8
1.3.2. Traitements évalués dans cette revue .....	9
1.4. Apport de la revue.....	10
1.5. Question thérapeutique basée sur le modèle PICO.....	11
2. Méthode.....	12
2.1. Critères d'éligibilité des études pour cette revue .....	12
2.1.1. Types d'études .....	12
2.1.2. Population .....	12
2.1.3. Interventions.....	12
2.1.4. Critères de jugement.....	13
2.1.5. Critères d'inclusion des articles à la revue .....	15
2.1.6. Critères d'exclusion des articles à la revue.....	16
2.2. Méthodologie de recherche des études .....	16
2.2.1. Sources documentaires investiguées .....	17
2.2.2. Équations de recherche utilisées (mots clefs).....	17
2.3. Extraction et analyse des données .....	19
2.3.1. Sélection des études .....	19
2.3.2. Extraction des données.....	20
2.3.3. Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées .....	20
2.3.4. Méthode de synthèse des résultats.....	22
3. Résultats .....	23
3.1. Description des études .....	23
3.1.1. Processus de sélection des études.....	23
3.1.2. Études exclues.....	24
3.1.3. Études incluses.....	25
3.2. Risques de biais des études incluses.....	31
3.2.1. Grille d'analyse utilisée .....	31
3.2.2. Synthèse des biais retrouvés dans les études incluses .....	33
3.3. Effets de l'intervention.....	35
4. Discussion.....	40

4.1.	Analyse des principaux résultats.....	40
4.1.1.	Renforcement Sensoriel Schématisé (PSE) .....	40
4.1.2.	Stimulation Rythmique Auditive (RAS).....	41
4.1.3.	Performance Musicale Thérapeutique Instrumentale (TIMP).....	42
4.2.	Applicabilité des résultats en pratique clinique.....	42
4.2.1.	Taille de l'effet.....	43
4.2.2.	Rapport bénéfices/risques .....	43
4.2.3.	Dimension coût/efficacité .....	43
4.3.	Qualité des preuves.....	44
4.4.	Biais potentiels de la revue .....	45
5.	Conclusion .....	46
5.1.	Implications pour la pratique clinique .....	46
5.2.	Implications pour la recherche.....	46
	Bibliographie .....	47

## Introduction

Les paralysies cérébrales (CP) ou “cerebral palsy” en anglais sont des pathologies du système nerveux central (SNC) dont les tableaux cliniques résultent de lésions irréversibles survenues sur le cerveau du fœtus ou du nourrisson. Ces lésions sont dues à la destruction de cellules du tissu nerveux en développement et provoquent un ensemble de troubles du mouvement et/ou de la posture, souvent accompagnés de déficits cognitifs et sensoriels.

Cette pathologie est la déficience motrice la plus courante chez l'enfant. En effet, elle touche 2 enfants sur 1 000 naissances, soit près de 1500 nouveaux cas chaque année. Sa prévalence est de 5 à 8 % dans la population comprenant des enfants de très petit poids à la naissance ou des enfants nés très grands prématurés.[1]

*« Parce que cette pathologie dure toute la vie, et que l'espérance de vie des personnes atteintes est proche de celle du reste de la population, ces 1 500 enfants viennent grossir le nombre de 125 000 personnes vivant déjà avec une paralysie cérébrale en France : 125 000, c'est deux fois plus que le nombre de personnes atteintes de trisomie 21, par exemple. » [2]*

Au vu de la complexité des tableaux cliniques présents chez les patients atteints de paralysie cérébrale, la rééducation est longue et difficile, avec des résultats parfois minimes. Néanmoins, plus celle-ci débutera tôt, plus le potentiel de récupération et de progrès sera important. En effet, avant 2 ans le cerveau du nourrisson est en plein processus de développement et de maturation. C'est la période optimale pour la rééducation neuromotrice car la plasticité cérébrale est à son maximum.

C'est sur ce phénomène de plasticité cérébrale que se base l'hypothèse d'un intérêt de l'utilisation de la musique dans la rééducation des patients paralysés cérébraux. En effet, le cerveau des musiciens semble se présenter comme un « modèle de neuroplasticité ».[3]

Cette revue a pour objectif d'évaluer l'intérêt des techniques regroupées au sein de la thérapie musicale neurologique dans la prise en charge de patients atteints de paralysie cérébrale.

### 1.1. La Paralysie cérébrale

Les nombreuses définitions de la paralysie cérébrale qui prévalent ont des éléments communs : la PC est un ensemble de troubles permanents mais non immuables de la fonction motrice commandant les mouvements et/ou la posture, dus à une interférence non progressive, une lésion ou une anomalie du cerveau en développement ou immature. Récemment, les concepts changeants de déficience et de limitation d'activité ont été pris en considération, et il a notamment été souligné que les enfants atteints de CP présentent souvent des déficiences associées.

Il convient de signaler les affections qui ne sont pas de la paralysie cérébrale. Par exemple, un enfant souffrant de dyspraxie peut être confronté à une limitation d'activité et à une difficulté d'apprentissage, mais il ne présente pas de signes neurologiques ou de perte de fonction motrice. Un enfant atteint de spina-bifida ne figure pas parmi les CP, à moins qu'une

souffrance cérébrale périnatale s'ajoute à la déformation congénitale déjà présente. Les troubles moteurs progressifs, les maladies de la colonne vertébrale, des nerfs ou des muscles, ainsi que les troubles métaboliques du cerveau ne font pas partie des paralysies cérébrales, bien que les besoins spécifiques de ces enfants en termes de rééducation puissent être très similaires à ceux atteints de paralysie cérébrale.

### 1.1.1. Physiopathologie de la paralysie cérébrale [4]

La paralysie cérébrale (CP) est une série de syndromes non progressifs de troubles de la posture et de la motricité, entraînant une limitation de l'activité, et souvent accompagnée d'autres troubles neurodéveloppementaux tels que des déficits cognitifs ou visuels spécifiques. Près de la moitié de ces handicaps sont diagnostiqués chez les enfants nés prématurément et l'autre chez les enfants nés à terme [5]. La CP est généralement classée en sous-types basés sur la topographie (quadriplégie, diplégie, hémip légie ou troubles extrapyramidaux) qui résultent souvent de diverses agressions sur différentes zones du système nerveux en développement, survenant in utero, pendant l'accouchement ou après la naissance pendant les deux premières années de la vie. La vulnérabilité des différentes structures du cerveau et les types de handicap associés à la CP sont fortement influencés par l'âge gestationnel auquel le développement du cerveau est altéré.

#### 1.1.1.1. Facteurs de causalité

Les études épidémiologiques sur la population humaine et la neuroimagerie, en particulier l'imagerie nucléaire magnétique par résonance (IRM), sont les meilleurs moyens d'identifier la physiopathogénèse des différents sous-types de la CP.

Dans la première partie de la grossesse jusqu'à la 24ème semaine de gestation, la neurogenèse corticale a lieu et se caractérise par la prolifération, la migration et l'organisation des cellules précurseurs neuronales, puis des neurones. Elle peut être altérée par des déficits génétiques ou des déficiences acquises (virales ou toxiques) entraînant des malformations rares.

Dans la deuxième partie de la grossesse, les événements de croissance et de différenciation (croissance axonale et dendrite, formation de synapses et myélinisation) ainsi que les processus de stabilisation (apoptose des cellules neuronales, régression des neurites, élimination des synapses) et la spécialisation des circuits sont prédominants et persistent après la naissance et sont maximaux pendant les deux premières années de la vie.

Des facteurs environnementaux tels que l'hypoxie et l'ischémie sont impliqués dans l'apparition de la CP à cette étape du développement du cerveau.

Ces facteurs pourraient être suffisamment graves pour déterminer les lésions destructrices visibles à l'aide de l'imagerie standard (c'est-à-dire l'étude échographique ou l'IRM), principalement dans la substance blanche des prématurés, et dans la substance grise et les noyaux du tronc cérébral des nouveau-nés à terme. En outre, ils se produisent dans un cerveau immature et pourraient modifier la remarquable série d'événements de développement. La CP est donc le résultat de mécanismes destructeurs et de mécanismes de développement.

L'interruption de l'apport d'oxygène au fœtus et l'asphyxie cérébrale ont été classiquement considérées comme les principaux facteurs causaux expliquant la CP. Mais les lésions obstétricales ou l'asphyxie de naissance cliniquement définies représentent une minorité des cas de CP [6].

Plusieurs facteurs non ischémiques ont maintenant été reconnus dans les études épidémiologiques humaines et dans les études expérimentales sur les animaux (Fig. 1) [4]. La CP est rarement due à une malformation cérébrale secondaire à un déficit gynécologique unique ou à une lésion périnatale acquise due à un événement asphyxiant aigu unique. Dans la plupart des cas de CP, les facteurs de causalité n'agissent pas isolément, mais en synergie pour créer une perturbation. Un ensemble de facteurs prédisposants prénataux, d'événements périnataux aigus ou subaigus et de facteurs aggravants postnataux agissent ensemble sur le cerveau en développement du fœtus et du nouveau-né pour modifier la maturation du cerveau et entraîner une CP.

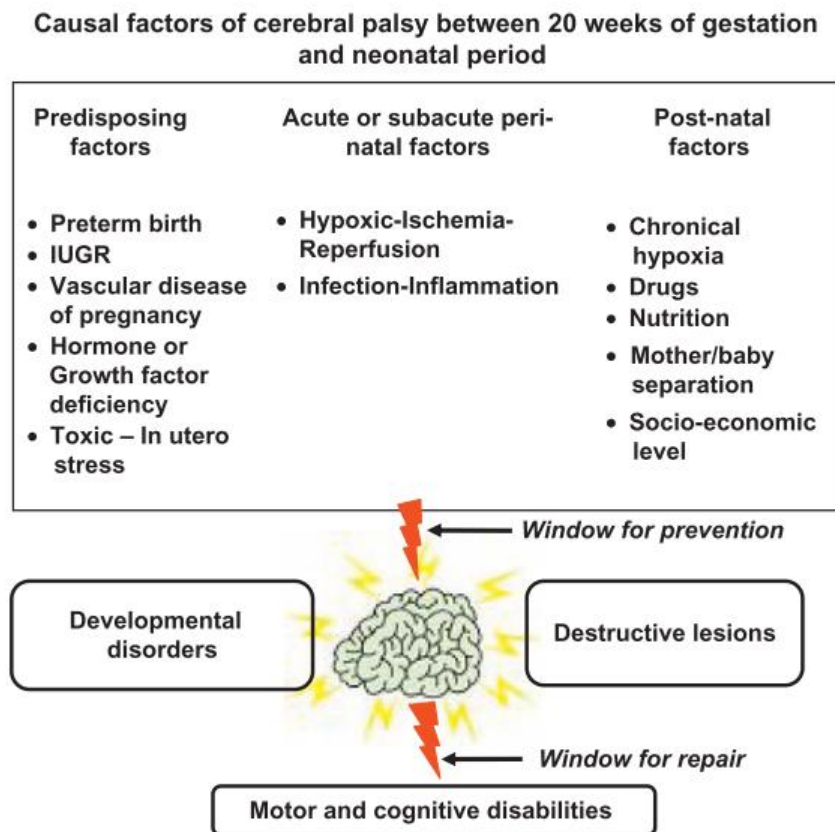


Figure 1 : Facteurs de causalité de la paralysie cérébrale entre la 20ème semaine de gestation et la période néonatale [4]



### 1.1.1.2. Facteurs de risque

Les facteurs de risque prénataux comprennent divers facteurs génétiques, épigénétiques et environnementaux :

- ✚ **Anomalies congénitales** : On constate régulièrement que les enfants atteints de CP présentent plus d'anomalies congénitales que les autres enfants (fentes labiales et palatines, hypospadias, atrésies intestinales...)
- ✚ **Facteurs génétiques** : Ils pourraient influencer le risque de CP le long de la cascade d'événements menant à la CP. Des facteurs génétiques sont impliqués dans certaines thrombophilies sous-jacentes aux accidents vasculaires cérébraux (AVC) périnataux et à la CP secondaire. Mais il a été suggéré que la plupart des thrombophilies ont besoin d'un autre événement tel qu'une infection virale ou bactérienne pour provoquer une thrombose vasculaire. Des polymorphismes génétiques dans les gènes codant pour les protéines de l'inflammation ou de la coagulation ou de l'endothélium vasculaire du placenta sont associés à la CP chez certains enfants.
- ✚ **Infections** : Parmi les infections congénitales TORCH (Toxoplasmose, syphilis, varicelle-zona, parvovirus B19, Rubéole, Cytomégalovirus (CMV), Herpès simplex virus), le CMV est le virus le plus fréquemment impliqué dans les lésions cérébrales pendant la grossesse. Les infections congénitales à entérovirus, aréavirus et virus de la chorioméningite lymphocytaire sont exceptionnelles. En outre, il a été démontré que l'exposition du fœtus à divers virus peut être associée à des troubles de la grossesse dus à l'hypertension et que l'exposition périnatale à des virus neurotropes est associée à un accouchement prématuré et à une paralysie cérébrale[7].
- ✚ **Facteurs toxiques** : L'alcool est l'un des facteurs toxiques les plus constants susceptible de déterminer le mauvais développement du cerveau pendant toute la grossesse et plus tard la présence de CP en cas de malformation grave telle que la lissencéphalie. Dans des études animales, il a été observé qu'il s'agit d'un facteur supplémentaire qui aggrave les dommages induits par un événement ischémique ou excitotoxique aigu. Le rôle d'autres types de toxicomanie maternelle, comme la cocaïne, semble moins important qu'on ne le pensait auparavant. Un nombre croissant de drogues telles que l'acide valproïque pris par la mère pendant la gestation interfèrent avec l'énergie du cerveau, le transport des acides monocarboxyliques et les métabolismes des glucides et des lipides. Cette altération peut ne pas être transitoire mais peut altérer de façon permanente la fonction neuronale du fœtus et contribuer à des maladies neurologiques postnatales, dont la CP.
- ✚ **Gestation multiple** : le risque plus élevé de CP observé dans cette population est dû à deux facteurs principaux : le taux élevé de naissances prématurées et de décès de co-jumeaux, qu'ils soient du même sexe ou non. Chez les jumeaux monozygotes, lorsqu'un des jumeaux meurt, un collapsus vasculaire chez le survivant ou une embolie provenant de la circulation du jumeau mort peut se produire, entraînant une encéphalomalacie ou une porencéphalie et une CP secondaire.

- ✚ **Maladies vasculaires de la grossesse** : la prééclampsie et le retard de croissance intra-utérin ont été associés dans plusieurs études épidémiologiques à l'encéphalopathie néonatale chez les nouveau-nés à terme et à la paralysie cérébrale.
- ✚ **Naissance prématurée** : la séparation du fœtus de son environnement naturel avant la fin de la gestation pourrait altérer le développement normal du cerveau.
- ✚ **Naissance post-maturée** : l'involution placentaire qui commence dans les cas de post maturité rend le cerveau sensible aux lésions.
- ✚ **Facteurs maternels** : la maladie thyroïdienne maternelle a été liée à l'encéphalopathie néonatale et à la CP chez les nourrissons à terme ainsi qu'à d'autres facteurs tels que le diabète.
- ✚ **Sexe** : un concept émergent récent est que le sexe peut influencer la pathogenèse des lésions cérébrales développementales. La CP est plus fréquente chez les garçons que chez les filles. Les garçons nés prématurément ont eu une augmentation significative de la substance blanche par rapport aux garçons nés à terme, alors que la substance blanche était équivalente dans les groupes de filles. En revanche, les filles prématurées ayant subi une hémorragie intraventriculaire (HIV) ont présenté une réduction de la substance grise par rapport aux témoins, mais pas les garçons ayant subi une HIV [8].

#### *1.1.1.3. Événements périnataux graves*

L'asphyxie à la naissance peut provoquer une diplégie spastique chez les nourrissons très prématurés et une CP quadripalettique avec retard mental à partir de 34 semaines de gestation à la naissance. L'inflammation, la fièvre maternelle causée par une chorioamniotite ou une infection des voies urinaires sont des facteurs subaigus ou aigus, fréquemment associés à une encéphalopathie néonatale à la naissance et au risque de CP concernant des nourrissons prématurés, à court terme ou à terme.

#### *1.1.1.4. Facteurs additionnels postnataux*

Ces facteurs sont principalement observés chez les prématurés dont le cerveau après la naissance est soumis à des influences précoces différentes de celles de l'unité materno-placentaire. Plusieurs de ces facteurs pourraient modifier considérablement le développement du cerveau, comme le stress et la séparation de la mère et du bébé, la nutrition et le retard de croissance extra-utérin, les infections nosocomiales, l'entérocolite ou les drogues. Il a été démontré que les infections postnatales, l'entérocolite, ainsi que l'utilisation postnatale précoce de glucocorticoïdes chez les prématurés sont indépendamment associées aux lésions de la substance blanche et à la CP ultérieure [9].

#### *1.1.1.5. Statut socio-économique*

La littérature contient des preuves contradictoires concernant les différences socio-économiques dans les familles donnant naissance à des enfants qui développent une CP. Mais les études les plus récentes suggèrent un lien entre la CP et les indicateurs socio-économiques.

Dans une étude suédoise, il y avait une association linéaire entre l'incidence de la CP (après exclusion des traumatismes crâniens, des aberrations chromosomiques et des malformations cérébrales) et le statut socio-économique du ménage de la mère [10].

### 1.1.2. Epidémiologie de la paralysie cérébrale [11]

#### 1.1.2.1. *Données de santé publique*

La paralysie cérébrale est le handicap grave le plus fréquent dans l'enfance. Chez les enfants d'âge scolaire, elle est deux fois plus fréquente que la trisomie 21 et représente 60 % des handicaps moteurs graves [12]. Les autres handicaps moteurs incluent les maladies neuromusculaires, les troubles de la moelle épinière et certaines maladies rares des tissus et du squelette (dermatomyosite, arthrogrypose). Bien qu'il soit utilisé comme terme générique pour désigner différentes maladies, parfois peu fréquente, la CP elle-même n'est généralement pas considérée comme une maladie rare en raison de sa prévalence globale, qui se situe autour de 2 pour 1000 naissances vivantes. On peut estimer que 650 000 familles en Europe ont un enfant atteint de CP ou soutiennent un adulte atteint de CP. De nombreuses personnes atteintes de CP présentent des déficiences associées telles qu'une déficience intellectuelle, une déficience sensorielle ou l'épilepsie. La plupart des enfants atteints de la CP ont besoin d'une aide spécifique pendant leur période de scolarisation. À l'âge adulte, la moitié d'entre eux auront des difficultés à trouver un emploi et à vivre de façon indépendante. Parmi la population âgée atteinte de CP, plus d'un tiers sera institutionnalisé pour recevoir une assistance médicale permanente. Une augmentation de l'espérance de vie des enfants atteints de CP a été constatée au cours des dernières décennies. Néanmoins, leur taux de survie à 20 ans est inférieur à celui de la population générale.

#### 1.1.2.2. *Classification de la paralysie cérébrale*

Pour obtenir un tableau clinique complet de la paralysie cérébrale, les enfants peuvent être décrits en fonction des signes neurologiques observés, de la perte effective de la fonction motrice, et des déficiences associées. La classification basée sur la fonction motrice se base sur des outils de mesures également utilisés dans les essais cliniques analysés dans cette revue.

Ces dernières années l'évaluation de la fonction motrice s'est considérablement améliorée grâce à des échelles motrices spécifiques pour les fonctions de motricité globale et fine. La Gross Motor Function Measurement Scale [13] (GMFMS, 88 ou 66 items) a été développée pour un usage clinique, réduite à une échelle à cinq points à des fins épidémiologiques (Gross Motor Function Classification System [GMFCS]), et étendue et révisée en 2007. Plus récemment, des échelles similaires pour les capacités de motricité fine ont été développées : le Manual Ability Classification System (MACS) et les Bimanual Fine Motor Function scales (BFMF). La BFMF présente l'avantage de prendre en compte l'asymétrie et de permettre l'extraction de données à partir des dossiers médicaux.

## 1.2. Hypothèse théorique sur l'intérêt des thérapies musicales

Le système nerveux central (SNC) a la capacité de se réorganiser tout au long de la vie. Cela lui permet de s'adapter aux exigences changeantes de l'environnement et de réparer ses lésions. Cette adaptabilité a stimulé la recherche de nouvelles approches thérapeutiques, en particulier pour les affections résultant de lésions du SNC. En outre, les progrès de l'imagerie médicale, associés aux avancées de la recherche fondamentale en neurosciences, ont stimulé l'exploration des corrélations entre la plasticité du cerveau et l'efficacité des thérapies et de la rééducation [14]. Bien que le potentiel de la plasticité cérébrale soit largement reconnu, on ne sait pas encore comment les changements structurels et fonctionnels du cerveau sont déclenchés de manière optimale pour la réadaptation des fonctions motrices, cognitives et/ou exécutives, ni quels sont les mécanismes par lesquels la neuroplasticité fonctionne.

Ces dernières années, une attention croissante a été accordée au potentiel de la musique comme vecteur de la plasticité neuronale en général [15], mais aussi dans le contexte de la rééducation neurologique, comme en témoigne, par exemple, la publication d'un éditorial : « *Music, brain, and rehabilitation: Emerging therapeutic applications and potential neural mechanisms* » [16].

L'efficacité des thérapies musicales dans le traitement de multiples pathologies a été démontré [17], notamment dans le champ d'application de la rééducation neurologique avec l'intérêt de la stimulation rythmique auditive dans la prise en charge de la maladie de Parkinson [18] par exemple.

Il semble dès lors pertinent de rechercher l'applicabilité et l'efficacité de l'utilisation des thérapies musicales dans la prise en charge de patients atteints de CP. Plusieurs études préliminaires ont ainsi été réalisées dans le but d'ouvrir de nouvelles perspectives de rééducation pour les paralysés cérébraux. Une étude préliminaire coréenne a montré des résultats prometteurs quant à l'amélioration de la fonction motrice de la main chez des adultes atteints de CP avec un programme de performance musicale thérapeutique instrumentale (Therapeutic Instrumental Music Performance (TIMP)), ici le piano [19].

Une autre étude allemande s'est intéressée au potentiel du piano dans l'amélioration de la motricité manuelle fine chez des sujets jeunes cette fois-ci [20] ; Une étude parallèle menée dans le laboratoire annexe a également révélé une connectivité accrue entre le cortex moteur primaire controlatéral et le cervelet ipsilatéral de la main dominante chez un groupe de jeunes atteints de CP après avoir reçu une formation de piano pendant 18 mois [21].

Une étude chinoise s'est penchée sur l'efficacité de la thérapie musicale dans les domaines de l'attention et de la communication, rassemblant par ailleurs des données d'imagerie supportant leurs résultats encourageants [22].

Une étude japonaise a également montré une baisse de l'activité nerveuse parasympathique causée par l'écoute de musique chez des sujets jeunes handicapés, stimulant ainsi l'attention et le potentiel de réactivité, utile pour la rééducation fonctionnelle [23].

## 1.3. Description des traitements évalués

### 1.3.1. La thérapie musicale neurologique

Les recherches sur le cerveau impliquant la musique ont montré que la musique a une influence distincte sur le cerveau en stimulant des processus cognitifs, affectifs et sensorimoteurs physiologiquement complexes. En outre, les chercheurs biomédicaux ont découvert non seulement que la musique est un langage auditif hautement structuré impliquant une perception complexe, une cognition et un contrôle moteur dans le cerveau, mais aussi que ce langage sensoriel peut être utilisé efficacement pour réhabiliter et soigner le cerveau blessé.

La recherche biomédicale en musique a conduit au développement de preuves scientifiques qui démontrent l'efficacité d'interventions musicales spécifiques. Les chercheurs et les praticiens de la musicothérapie, de la neurologie et des sciences du cerveau ont commencé à classer ces preuves dans un système de techniques thérapeutiques qui sont maintenant connues sous le nom de thérapie musicale neurologique, traduction de Neurologic Music Therapy (NMT) [24].

Six définitions de base articulent les principes les plus importants de la NMT [24] :

1. La NMT est définie comme l'application thérapeutique de la musique aux dysfonctionnements cognitifs, affectifs, sensoriels, linguistiques et moteurs dus à une maladie ou à une lésion du système nerveux humain.
2. La NMT est basée sur des modèles neuroscientifiques de perception et de production musicale et sur l'influence de la musique sur les changements des fonctions cérébrales et comportementales qui ne sont pas liées à la musique.
3. Les techniques de traitement sont standardisées dans leur terminologie et leur application, et sont appliquées sous forme d'exercices thérapeutiques musicaux (therapeutic musical exercise (TME)) qui sont adaptables aux besoins du patient.
4. Les techniques de traitement sont basées sur des données issues de la recherche scientifique translationnelle, et sont orientées vers des objectifs thérapeutiques non musicaux.
5. En plus d'une formation en musique et en thérapie musicale neurologique, les praticiens sont formés dans les domaines de la neuroanatomie et de la physiologie, de la neuropathologie, de la terminologie médicale et de la (ré)habilitation des fonctions cognitives, motrices, de la parole et du langage.
6. La NMT est interdisciplinaire. Les musicothérapeutes peuvent contribuer de manière significative à l'efficacité des équipes de traitement et l'enrichir. Les autres thérapeutes, formés dans d'autres professions de santé, peuvent adapter efficacement les principes et le matériel de la NMT pour les utiliser dans leur propre pratique certifiée.

### 1.3.2. Traitements évalués dans cette revue

La thérapie musicale neurologique peut être entreprise sous différentes modalités, pour des objectifs de rééducation variables. Ces modalités sont nombreuses (plus d'une vingtaine). Nous analyserons, à travers les essais cliniques sélectionnés, les trois techniques qui relèvent de la rééducation motrice, et qui rentrent donc dans le champ de compétences des masseurs-kinésithérapeutes :

#### **Stimulation Rythmique Auditive (Rhythmic Auditive Stimulation (RAS))**

*« La stimulation rythmique auditive (RAS) est une technique neurologique utilisée pour faciliter la réhabilitation, le développement et le maintien de mouvements qui sont intrinsèquement rythmés biologiquement. Il s'agit principalement de la démarche. En outre, le balancement des bras est également rythmique lorsqu'il est associé à la marche. La RAS utilise les effets physiologiques de la démarche fonctionnelle, stable et adaptative chez les patients présentant des déficits importants de la démarche dus à une déficience neurologique. Les recherches ont montré que la RAS est efficace de deux manières différentes : premièrement, comme stimulus d'entraînement immédiat fournissant des signaux rythmiques pendant le mouvement, et deuxièmement, comme stimulus facilitant l'entraînement afin d'obtenir des schémas de marche plus fonctionnels. » [24]*

#### **Renforcement Sensoriel Schématisé (Patterned Sensory Enhancement (PSE))**

*« Le PSE est une technique qui utilise les éléments rythmiques, mélodiques, harmoniques et dynamiques-acoustiques de la musique pour fournir des indices temporels, spatiaux et de force pour des mouvements qui reflètent les gestes fonctionnels des activités de la vie quotidienne, ou les schémas moteurs fondamentaux sous-jacents à ces activités. Le PSE est appliqué aux mouvements qui ne sont pas rythmés par nature (par exemple, la plupart des mouvements des bras et des mains, les séquences de mouvements fonctionnels comme l'habillage ou les transferts de la position assise à la position debout). Le PSE utilise des motifs musicaux pour assembler des mouvements simples et discrets (par exemple, les mouvements des bras et des mains pendant l'extension et la préhension) en motifs et séquences de mouvements fonctionnels. Le PSE est souvent utilisé pour atteindre des objectifs visant à augmenter la force et l'endurance physiques, à améliorer l'équilibre et la posture, et à accroître la motricité fonctionnelle des membres supérieurs. Le PSE peut être utilisée comme un facilitateur d'exercices répétitifs simples, qui sont faits avec une variété de populations pour atteindre un large éventail d'objectifs. Dans l'exercice simple PSE, un motif musical soutenant les aspects spatiaux, temporels et de force d'un mouvement est répété afin de façonner et de faciliter un exercice de mouvement répété dans le temps. Le PSE peut également être utilisé pour faciliter les schémas de séquences fonctionnelles qui consistent en plusieurs mouvements discrets avec différents paramètres spatiaux, aspects temporels et dynamiques musculaires. Des exemples de schémas de séquences fonctionnelles pourraient inclure le fait d'atteindre, de prendre et de soulever un objet, d'ouvrir une porte à l'aide d'une poignée ou de passer de la position couchée à la position debout. » [24]*

## Performance Musicale Thérapeutique Instrumentale (*Therapeutical Instrumental Music Performance (TIMP)*)

« La TIMP est l'une des trois techniques de thérapie musicale neurologique (NMT) qui traitent de la rééducation motrice. La TIMP utilise des instruments de musique pour aider les patients à retrouver des fonctions motrices et des schémas de mouvement fonctionnels. Le choix des instruments de musique, leurs configurations spatiales et les schémas thérapeutiques pour en jouer contribuent à faciliter le (ré)apprentissage des mouvements fonctionnels. La TIMP est également utile pour aider le patient à surmonter des stratégies de compensation malsaines tout en augmentant la force, l'endurance et le contrôle moteur.

L'utilisation de la TIMP est utile pour aider le thérapeute et le patient à aborder les plages de mouvement appropriées, la coordination des membres, la dextérité et la préhension des doigts, la flexion/extension, l'adduction/abduction, la rotation et la supination/pronation des membres supérieurs, entre autres objectifs. » [24]

### 1.4. Apport de la revue

La rééducation des patients atteints de paralysie cérébrale est complexe et difficile. Les tableaux cliniques sont très variables et la prise en charge doit être adaptée aux besoins spécifiques de chaque patient. Dans ce contexte, il est important pour les kinésithérapeutes de disposer du maximum d'outils et de techniques de rééducation basés sur des preuves.

La thérapie neurologique musicale (NMT), déjà utilisée avec succès dans la prise en charge des patients atteints de la maladie de Parkinson et en rééducation post-AVC notamment, pourrait se révéler comme une perspective thérapeutique prometteuse en termes de qualité de vie pour les patients atteints de paralysie cérébrale et leurs familles, pour qui le handicap représente une charge difficile à porter au quotidien.

Il existe peu de revues analysant l'intérêt de l'utilisation de la musique dans la prise en charge des patients paralysés cérébraux. Une revue sortie en 2016 : « *The Case for Musical Instrument Training in Cerebral Palsy for Neurorehabilitation* » [25], aborde une des techniques utilisés dans la thérapie neurologique musicale, la TIMP, mais n'analyse pas l'intérêt d'autres techniques de NMT.

Ce mémoire de recherche pourrait ainsi constituer une première base de preuves pour l'utilisation de la NMT en kinésithérapie avec les patients paralysés cérébraux.

Par ailleurs, l'utilisation de la thérapie neurologique musicale, en dehors de son intérêt purement thérapeutique, pourrait apporter, au thérapeute ainsi qu'au patient, un bien-être et une source de motivation. En effet, comme le dit le célèbre proverbe : « la musique adoucit les mœurs ».

### 1.5. Question thérapeutique basée sur le modèle PICO

Afin de répondre à la question thérapeutique traitée dans cette revue, le modèle PICO a été appliqué avec

<b>Population</b>	<b>Cerebral Palsy</b>
<b>Intervention</b>	Neurologic Music Therapy
<b>Comparateur</b>	-
<b>Critères de jugement - Outcome</b>	Gross Motor Function - Gait Parameters– Upper extremity function

Dans mon équation PICO, le comparateur n'est pas défini à priori. En effet, dans une question thérapeutique, la présence d'un « Gold Standard » n'est pas obligatoire. Dans cette revue, toutes les interventions entrant dans le domaine de compétence des masseurs-kinésithérapeutes seront éligibles. Cette revue a pour objectif de comparer une technique thérapeutique à une autre technique de l'arsenal thérapeutique du masseur-kinésithérapeute.



## 2. Méthode

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

#### 2.1.1. Types d'études

L'objectif de cette revue est de déterminer si l'utilisation de la thérapie musicale neurologique comme outil de rééducation kinésithérapique pour les patients atteints de paralysie cérébrale présente un intérêt par rapport aux autres techniques de rééducation couramment utilisées. En effet, nous cherchons à évaluer l'efficacité de trois techniques : la RAS, le PSE et la TIMP sur différents critères de jugement.

Cette revue est donc une revue de littérature répondant à une question thérapeutique. J'ai choisi de sélectionner lors de mes recherches uniquement des essais cliniques, qui sont le type d'étude le plus adapté pour traiter une question thérapeutique. Les études cas-témoins et les propositions de protocole ont été exclues du fait de leur faible niveau de preuve scientifique. Même si la littérature grise ne représente normalement pas une source de preuve scientifique élevée, une thèse de master a été incluse dans la revue au vu de son excellente validité.

#### 2.1.2. Population

Cette revue s'intéresse à une population de patients ayant un diagnostic de paralysie cérébrale. Elle inclut tous les types de paralysie cérébrale et tous les niveaux de fonction motrice grossière. [13]

Les essais incluant des patients possédant un handicap avec des conséquences similaires mais ne rentrant pas dans la classification de la paralysie cérébrale (troubles moteurs progressifs, maladies de la colonne vertébrale, des nerfs ou des muscles, troubles métaboliques du cerveau, spina bifida...) ont été exclus.

A la fin de la sélection, la revue compte 211 patients.

#### 2.1.3. Interventions

L'objectif de cette revue est d'évaluer l'efficacité des interventions thérapeutiques basées sur la thérapie neurologique musicale dans la prise en charge des patients atteints de paralysie cérébrale.

Les trois interventions de thérapie neurologique musicale rentrant dans le champ de compétences des masseurs-kinésithérapeutes ont été considérées : Stimulation Rythmique Auditive (RAS), Renforcement Sensoriel Schématisé (PSE), et Performance Musicale Thérapeutique Instrumentale (TIMP).

Toutes les études portant sur des interventions de thérapie neurologique musicale ne rentrant pas dans le champ d'application de la masso-kinésithérapie ont été exclues.

Pour être incluses dans cette revue, les interventions évaluées doivent avoir été comparées à une autre intervention traitant cette pathologie ou à l'absence d'intervention.

#### 2.1.4. Critères de jugement

Les articles analysés dans cette revue ont pour but de démontrer l'efficacité d'une technique de NMT sur différents paramètres évaluables.

Pour les articles évaluant l'efficacité de la RAS, les critères de jugement sont :

- La qualité de la marche avec le Gait Deviation Index (GDI)
- Les paramètres spatio-temporels de la marche (Spatio-Temporal Gait Parameters)

Pour les articles évaluant l'efficacité du PSE, les critères de jugement sont :

- La fonction motrice grossière avec l'échelle GMFM (Gross Motor Function Measure)
- Les capacités fonctionnelles avec l'échelle PEDI (Pediatric Evaluation of Disability Inventory)

Pour les articles évaluant l'efficacité de la TIMP, le critère de jugement est :

- La fonction motrice de faible niveau et la fonction motrice du membre supérieur, évaluées avec l'outil « Chailey Levels of Ability ».

##### 2.1.4.1. *Gait Deviation Index, Gait Parameters*

#### Littérature

Le Gait Deviation Index (GDI) est un score dérivé de l'analyse tridimensionnelle de la marche (3D-GA). Le GDI fournit une valeur numérique qui exprime la pathologie globale de la marche (allant de 0 à 100, où 100 indique l'absence de pathologie de la marche). Une étude publiée en 2016 a montré que le calcul du GDI est un outil utile pour caractériser les difficultés de marche chez les enfants atteints de paralysie cérébrale, au vu de son excellente corrélation avec le GMFCS. [26]

Une revue publiée en 2017 montre que les paramètres spatio-temporels de la marche et les données cinématiques sont très souvent utilisés pour l'analyse de la marche [27]. En effet, ils semblent constituer des outils de mesure fiables et reproductibles pour analyser correctement la marche d'un sujet. La vitesse de marche, la cadence et la longueur de pas seront les paramètres d'analyse privilégiés dans cette revue.

#### 2.1.4.1. *Gross Motor Function Measure (GMFM)*

##### Littérature

Le Gross Motor Function Measure (GMFM) est un outil clinique d'observation conçu pour évaluer l'évolution de la fonction motrice globale chez les enfants atteints de paralysie cérébrale. Il existe deux versions du GMFM - la mesure originale de 88 items (GMFM-88) et le GMFM plus récent de 66 items (GMFM-66).

Les scores des items GMFM-88 peuvent être additionnés pour calculer les scores bruts et en pourcentage pour chacune des cinq composantes du GMFM, les domaines d'objectifs sélectionnés et un score total. Pour le GMFM-66, un programme informatique gratuit, le Gross Motor Ability Estimator (GMAE), est nécessaire pour calculer les scores totaux.

Le système de notation du GMFM est une échelle à quatre points, divisée en cinq catégories (couché et roulé ; assis ; rampant et agenouillé ; debout ; marchant, courant). Un enfant de 5 ans sans handicap moteur est capable d'atteindre le score maximum.

Le GMFM (88 et 66) est reconnu comme le gold standard pour mesurer la fonction motrice grossière chez les patients atteints de paralysie cérébrale. [28][29][30][31]

##### Grille d'évaluation

La version originale (en anglais) de la grille d'évaluation est disponible en Annexe 1 : Grille d'évaluation du GMFM-88 et du GMFM-66.

#### 2.1.4.2. *Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI)*

##### Littérature

Le Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI) est une évaluation clinique complète qui échantillonne les principales capacités et performances fonctionnelles chez les enfants âgés de 6 mois à 7 ans.

Le PEDI a été utilisé dans un grand nombre d'études portant sur des enfants présentant différentes affections acquises ou congénitales de l'enfance, notamment la paralysie cérébrale. [32][33]

Comme le remarquent McCarthy et al. [34], « *les éléments du PEDI sont plus concentrés à l'extrémité inférieure du continuum des compétences fonctionnelles et sont donc plus susceptibles de détecter des différences subtiles chez les jeunes enfants ou les enfants dont les compétences fonctionnelles émergent lentement* ».

### 2.1.4.3. Chailey Levels of Ability

#### Littérature

La Chailey Levels of Ability est une échelle qui mesure les capacités motrices des enfants et des jeunes adultes atteints de handicaps moteurs et ne nécessite aucun équipement ou environnement spécialisé.

Elle a été créée en réponse au besoin d'une échelle qui détaille les capacités physiques de faible niveau et qui puisse enregistrer des changements discrets de capacités. Plutôt que les signes neurologiques, les changements biomécaniques et autres changements de développement ont été détaillés, fournissant une base pour la prescription de traitements et d'équipements adaptés.

La Chailey Levels of Ability est utilisé depuis plus de 30 ans et a été progressivement affiné pour un usage clinique auprès d'enfants et de jeunes adultes atteints de paralysie cérébrale.

Sa validité et sa fiabilité ont été validés. [35]

#### Grille d'évaluation

La grille et les différents paramètres d'évaluation sont disponibles en ligne pour être consultés.

### 2.1.5. Critères d'inclusion des articles à la revue

Les critères d'inclusion des articles à la revue sont les suivants :

- ⊕ La langue : anglais prioritairement, français.
- ⊕ La question de type thérapeutique.
- ⊕ Le design de l'étude : essai clinique.
- ⊕ La pathologie des participants : individus possédant un diagnostic de paralysie cérébrale avéré.
- ⊕ L'analyse d'une des trois techniques de NMT décrites précédemment.
- ⊕ Le protocole de l'intervention clairement identifiable.
- ⊕ L'évaluation de critères de jugement listés ci-dessus.

### 2.1.6. Critères d'exclusion des articles à la revue

Les critères d'exclusion des articles à la revue sont les suivants :

- ⊕ Les articles déjà identifiés (doublons).
- ⊕ Les revues systématiques, études de cohorte, étude cas-témoins, études rétrospectives, protocoles, études de faisabilité.
- ⊕ Qualité méthodologique médiocre, avec un score <5 sur l'échelle PEDro.
- ⊕ Critères relatifs à la population :
  - Participants asymptomatiques ou sains.
  - Participants présentant un diagnostic autre que celui de paralysie cérébrale.
- ⊕ Critères relatifs à l'intervention :
  - Intervention de NMT ne rentrant pas dans le champ de compétence de la masso-kinésithérapie.
  - Intervention musicale non clairement identifiée.

## 2.2. Méthodologie de recherche des études

L'identification d'articles répondant à la question thérapeutique de la revue nécessite la recherche dans des bases de données électroniques. Dans le but de les sélectionner, de manière la plus exhaustive possible, j'ai choisi d'effectuer mes recherches sur plusieurs bases de données électroniques, dans un premier temps, puis de compléter ces recherches par une recherche manuelle de la littérature grise, mais également dans les bibliographies de revues, de mémoires existants et des articles inclus.

Afin de trouver le maximum d'articles répondant à la question, les opérateurs booléens AND (et) et OR (ou) ont été utilisés. En effet, la première étape a été d'identifier les termes de ma recherche en suivant le modèle PICO, cherchant le maximum de synonymes ou « MeSH Terms » (Medical Subject Headings), terme par terme (P pour population, puis I pour Intervention), puis à associer chaque synonyme par OR pour enfin additionner par AND chaque terme (et ses synonymes) aux autres termes (et leurs synonymes).

L'opérateur NOT (pas) n'a pas été utilisé dans mon équation de recherche.

**“P”ICO : Cerebral Palsy****P“I”CO : Neurologic Music Therapy**

spastic paralysis	Rhythmic Auditory Stimulation
spastic diplegia	Therapeutic Instrumental Musical Performance
developing brain damage	Patterned Sensory Enhancement
palsy	Music Therapy
Infant brain damage	Auditory stimulation
	musical feedback

Tableau 1 : Medical Subject Headings (MeSH terms) et synonymes terme par terme

La recherche rigoureuse de références dans les bibliographies d’articles retenus, des mémoires de fin d’études et des revues trouvées a permis d’élargir les possibilités d’identification d’articles.

**Ont alors été identifiés tous les articles, dans toutes les langues, relatant d’essais cliniques.**

### 2.2.1. Sources documentaires investiguées

Afin d’identifier le maximum d’articles répondant à la question thérapeutique, les recherches ont dans un premier temps été effectuées dans plusieurs bases de données électroniques : Medline via PubMed, The Cochrane Library et PEDro.

Une recherche manuelle dans les archives du magazine Kinésithérapie la revue, ainsi que dans les bibliographies de revues systématiques traitant un sujet proche, de mémoires de fin d’études et d’articles déjà inclus dans ma revue a été réalisée.

### 2.2.2. Équations de recherche utilisées (mots clefs)

Dans les différentes bases de données, les modalités de recherche ne sont pas les mêmes, mon équation de recherche est donc différente selon les moteurs de recherche.

#### 2.2.2.1. PubMed - Recherche avancée

	MeSH	Partie du texte	Articles
1	Neurologic Music Therapy OR rhythmic auditory stimulation OR Therapeutic Instrumental Musical Performance OR Patterned Sensory Enhancement OR Music Therapy	<i>All fields</i>	7055

<b>2</b>	Cerebral Palsy OR spastic paralysis OR spastic diplegia OR developing brain damage OR palsy OR Infant brain damage	<i>All fields</i>	168088
<b>3</b>	1 AND 2		73

Tableau 2 : Équations de recherche sur PubMed selon le modèle PICO.

#### 2.2.2.2. PEDro - Recherche Avancée

	<b>Mots clefs</b>	<b>Partie du texte</b>	
<b>1</b>	Music	<i>Title/Abstract</i>	234
<b>2</b>	Cerebral palsy	<i>Topic</i>	741
<b>3</b>	1 AND 2		6

Tableau 3 : Équations de recherche sur PEDro selon le modèle PICO.

#### 2.2.2.3. Cochrane Database (Cochrane Library) – Recherche avancée

	<b>MeSH</b>		
<b>1</b>	“Neurologic Music Therapy” OR “rhythmic auditory stimulation” OR “Therapeutic Instrumental Musical Performance” OR “Patterned Sensory Enhancement” OR “Music Therapy”	<i>Title/Abstract /Keywords</i>	2412
<b>2</b>	Cerebral Palsy OR spastic paralysis OR spastic diplegia OR developing brain damage OR palsy OR Infant brain damage	<i>All text</i>	5001
<b>3</b>	1 AND 2		125
<b>4</b>	3 AND clinical trial		<b>30</b>

Tableau 4 : Équations de recherche sur Cochrane Library selon le modèle PICO.

Le filtre “Search variation words” (recherche avec variation de mot) est activé.

## 2.3. Extraction et analyse des données

### 2.3.1. Sélection des études

La recherche documentaire s'est donc effectuée sur 4 bases de données électroniques. Ont été identifiés 109 articles qui regroupaient des études résultant de mes équations de recherche dans les quatre bases de données utilisées : PubMed, PEDro, Cochrane et Kinedoc. A ceux-là, s'ajoutent les 17 articles identifiés par recherche manuelle au moyen des références de revues systématiques, de mémoires et d'articles répondant à ma question thérapeutique. Au total, **126 articles** ont été identifiés.

Après élimination des articles ressortis en double ou en triple (dans plusieurs bases de données), il est resté **81 articles**.

Pour répondre à la seconde étape de criblage, ces références ont été triées en fonction de leur titre. A la fin de cette étape de sélection par titre, **32 articles** restaient éligibles pour être inclus dans la revue. En cas de doute sur l'éligibilité de l'article en fonction du titre, il été sélectionné pour l'analyse de l'abstract.

La troisième étape du criblage consistait à trier les références restantes par leur abstract (ou résumé). En cas de doute sur l'éligibilité de l'article en fonction de son abstract, il été sélectionné pour l'analyse en texte intégral. Finalement, **18 articles** ont été sélectionnés pour cette analyse.

Enfin, à l'aide des critères d'inclusion, d'exclusion et de jugement précisés dans les textes intégraux des articles, ne devant pas s'opposer à mes propres critères définis préalablement à la recherche, une étape supplémentaire de criblage a été réalisée.

Pour terminer, une évaluation de la qualité méthodologique des études à l'aide la grille d'évaluation PEDro a permis d'élire les articles qui seraient inclus dans cette revue, sur une base de 5/10 comme score minimal acceptable.

C'est ainsi que **5 études** ont été incluses dans cette revue de littérature. Toutes les références exclues lors de la dernière étape de criblage et les motifs de leur exclusion sont détaillés dans la partie résultats : 3.1.2. Etudes exclues.

Ces recherches bibliographiques ont été effectuées par une seule personne, les différentes étapes du criblage ont été répétées à deux reprises.



### 2.3.2. Extraction des données

L'extraction des données permet de décrire les caractéristiques des études et d'obtenir les données nécessaires à l'estimation de l'effet du traitement.

Afin d'optimiser ce travail, un tableau se basant sur le modèle PICO est destiné à rassembler toutes les données utilisables pour répondre à la question clinique. Il s'agit d'extraire les éléments relatifs à la population étudiée, aux modalités de l'intervention qui est ici une technique spécifique de NMT (la technique utilisée, le temps d'application, l'association ou non à un autre traitement ...) et au critère de jugement utilisé (quelle échelle est employée ?). Les résultats sont également extraits de l'étude et sont retrouvés dans une autre sous-partie de la revue de littérature, pour évaluer l'effet des interventions.

Les données recueillies sont les suivantes :

- ⊕ Le titre de l'article
- ⊕ L'auteur et l'année de publication de l'étude
- ⊕ Le nombre, et l'âge des participants
- ⊕ Les critères d'inclusion
- ⊕ Les critères d'exclusion
- ⊕ Le type de traitement mis en place et sa durée
- ⊕ Le type de contrôle mis en place et sa durée
- ⊕ La durée de l'étude et du suivi des participants
- ⊕ Les critères de jugement principaux utilisés
- ⊕ Les critères de jugement secondaires utilisés

### 2.3.3. Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

Les 5 articles sélectionnés dans cette revue sont tous des essais cliniques. L'échelle PEDro (Physiotherapy Data Base) et la Cochrane Risk of Bias Tool, sont les deux échelles les plus appropriées pour évaluer la qualité méthodologique des essais cliniques randomisés. C'est la grille PEDro qui a été choisie pour évaluer les études incluses dans cette revue.

L'échelle PEDro est une grille de 11 questions à réponse de type oui ou non, permettant d'évaluer la validité externe et la validité interne d'un essai clinique.

La validité externe d'une étude est un indicateur permettant d'évaluer la valeur des conclusions externes à l'étude. Elle étudie la fiabilité qu'a l'échantillon de l'étude de représenter la population qu'il prétend représenter. Autrement dit, cet indicateur permet de généraliser à l'échelle d'une population, les conclusions internes à l'étude, réalisée sur un échantillon de cette population. La validité externe d'une étude est donc essentiellement dépendante de la représentativité de l'échantillon et du mode de sélection des participants. Plus l'échantillon est représentatif, plus la validité externe de l'étude est élevée et plus les conclusions tirées au sein de l'échantillon sont fiables à grande échelle. Dans la grille PEDro, la validité externe est évaluée à l'aide de la première question concernant l'énonciation des

critères d'éligibilité des participants à l'étude. Des lors que ces critères (inclusion et exclusion) sont énoncés, la case "oui" peut être cochée.

La validité interne ou statistique, elle, est un indicateur permettant d'évaluer la valeur des conclusions internes à l'étude. Elle étudie la fiabilité qu'a l'intervention, d'être la cause de l'effet ou de la différence d'effet de cette intervention. Autrement dit, cet indicateur permet d'établir une relation fiable de cause à effet entre une intervention (thérapeutique) et les résultats que cette intervention affirme obtenir. Elle permet d'affirmer que les résultats, quels qu'ils soient, ne sont pas uniquement dus au hasard, mais à l'intervention. Elle renvoie donc aux résultats obtenus par l'analyse statistique de l'échantillon et non à la généralisation de ces résultats à l'ensemble de la population (validité externe). Plus la validité interne d'une étude est élevée, plus les conclusions tirées au sein même de l'étude sont fiables. Cet indicateur repose essentiellement sur la rigueur méthodologique menée dans l'étude. Dans la grille PEDro, la validité interne est évaluée à l'aide de 10 questions, dont le total des réponses "oui" donne un score sur 10. Plus le score est élevé, plus la validité interne de l'article est bonne et plus les conclusions annoncées sont fiables.

### Échelle PEDro

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

Figure 2 : Grille d'évaluation PEDro.

L'évaluation du risque de certains biais au sein d'un essai clinique peut également être réalisée à l'aide de l'échelle PEDro :

- Le risque de **biais de sélection** est évalué à l'aide des items 2, 3 et 4.
- Le risque de **biais d'évaluation** est évalué à l'aide des items 5, 6 et 7.
- Le risque de **biais de suivi** est évalué à l'aide de l'item 8.
- Le risque de **biais d'attrition** est évalué à l'aide de l'item 9.

Pour finir, le caractère interprétable des résultats (fiabilité statistique) est évalué grâce aux items 10 et 11 de l'échelle. L'interprétabilité des résultats, la validité externe et interne, le rapport bénéfice/risque ainsi que le rapport coût/efficacité, la taille de l'échantillon et la taille de l'effet, sont autant de facteurs qui permettront finalement d'évoquer la pertinence clinique d'une étude.

La validité des études incluses dans cette revue sera présentée sous forme d'un tableau récapitulatif de leur score PEDro et d'une analyse subséquente des différents biais présents.

#### 2.3.4. Méthode de synthèse des résultats

Une analyse qualitative des études incluses sera effectuée.

Les caractéristiques de chaque étude seront d'abord synthétisées dans des tableaux récapitulatifs.

Les résultats seront ensuite extraits des études afin d'analyser leurs effets statistiques. Ces résultats seront synthétisés sous forme de tableau en fonction du(es) critère(s) de jugement retrouvé dans l'étude.

On retrouve donc un tableau par étude regroupant différentes données :

- La p-value qui représente la significativité statistique
- La moyenne ou la médiane
- L'intervalle de confiance (IC) ou l'écart-type (ET)
- La taille de l'effet si elle est calculable

Ces tableaux permettent d'avoir une vision d'ensemble de l'aboutissement des différentes études analysées par cette revue de littérature et de montrer si les résultats sont statistiquement significatifs ou non.

Ces derniers seront ensuite interprétés et analysés afin d'évaluer l'efficacité ou l'inefficacité de l'intervention proposée.

### 3. Résultats

#### 3.1. Description des études

##### 3.1.1. Processus de sélection des études

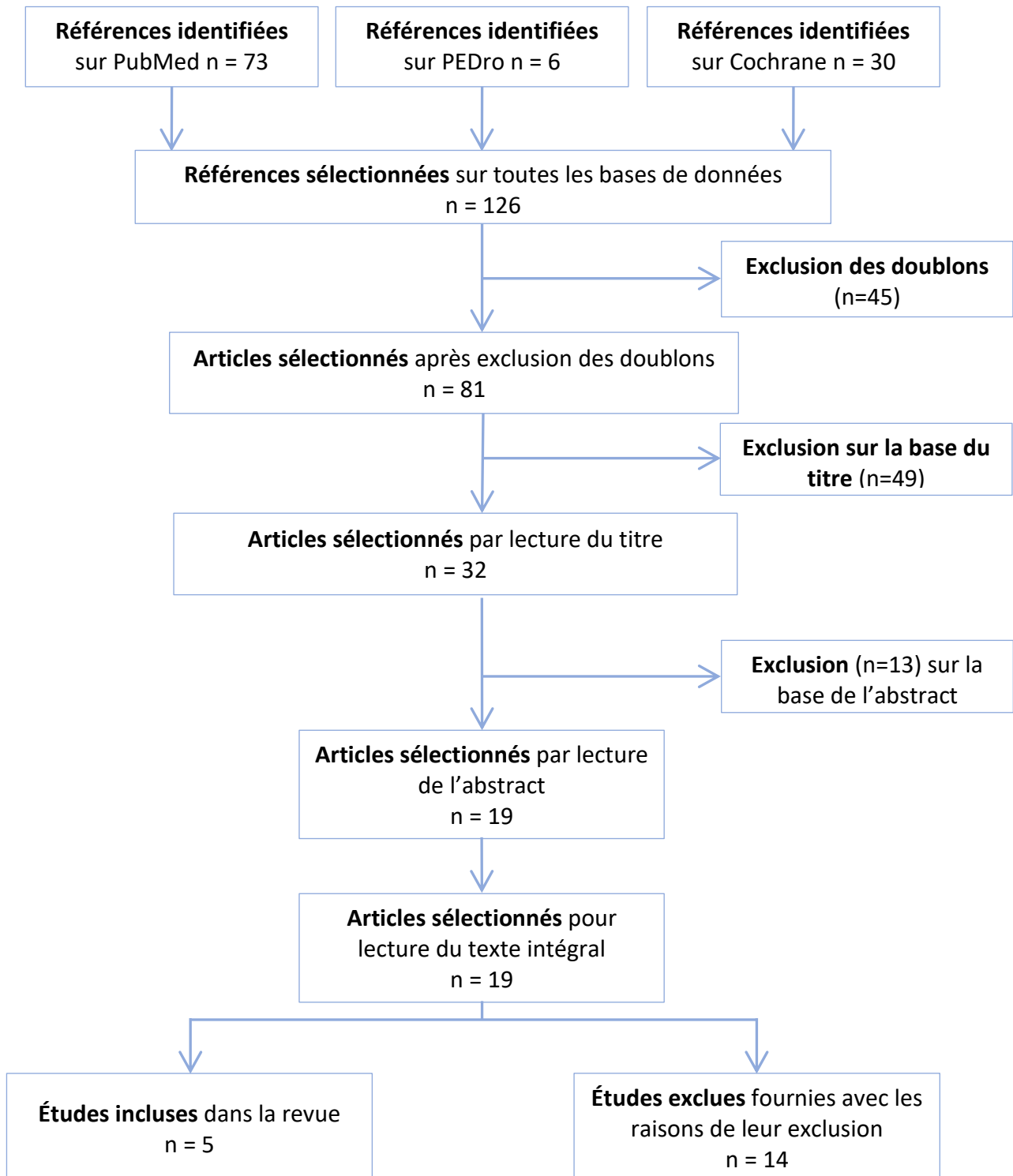


Figure 3 : Diagramme de flux

### 3.1.2. Études exclues

Les études ont été exclues pour des motifs variables. Les motifs les plus fréquents sont les suivants :

- **Le design de l'étude**
- **Le type d'intervention analysée**
- **La qualité méthodologique jugée trop faible a < 5/10**
- **Les critères de jugement choisis**

<i>Auteur</i>	Motif de l'exclusion
<i>Baram 2012</i>	<b>Qualité méthodologique</b> : score PEDro à 4/10.
<i>Bringas 2015</i>	<b>Type d'intervention</b> : technique "Musical Attention Control Training" (MACT).
<i>Kwak 2007</i>	<b>Qualité méthodologique</b> : score PEDro à 4/10.
<i>Hai bo 2009</i>	<b>Qualité méthodologique</b> : score PEDro à 3/10.
<i>Jang Won 2016</i>	<b>Critères de jugement</b> : Korean-version Denver Developmental Screening Test 2 (DDST-2).
<i>Hyun 2013</i>	<b>Design de l'étude</b> : étude pilote, pas un essai clinique.
<i>Lampe 2015</i>	<b>Design de l'étude</b> : étude ouverte, pas un essai clinique.
<i>Makiko 2012</i>	<b>Critères de jugement</b> : mesures de l'impact sur le système nerveux autonome.
<i>Alves-Pinto 2018</i>	<b>Critères de jugement</b> : perception somatosensorielle et mesure de données cinématiques sur piano.
<i>Peng 2010</i>	<b>Critères de jugement</b> : évaluation de la force des extenseurs et des fléchisseurs des membres inférieurs.
<i>Pitale 2018</i>	<b>Design de l'étude</b> : étude pilote sur un outil spécifique.
<i>Pone 2018</i>	<b>Type d'intervention</b> : Stimulation auditive simple.
<i>Kim 2011</i>	<b>Qualité méthodologique</b> : score PEDro à 4/10.
<i>Varsamis 2012</i>	<b>Qualité méthodologique</b> : score PEDro à 4/10.

Tableau 5 : Études exclues et motif d'exclusion.

### 3.1.3. Études incluses

#### Liste des études incluses

Article	Titre de l'article
<i>Duymaz 2020</i>	The effects of music therapy on gross motor functions, pain and level of functional independence in children with cerebral palsy.
<i>Wang 2013</i>	A home-based program using patterned sensory enhancement improves resistance exercise effects for children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. Differential effects of rhythmic auditory stimulation and neurodevelopmental treatment/Bobath on gait patterns in adults with cerebral palsy: a randomized controlled trial
<i>Kim 2012</i>	Differential effects of rhythmic auditory stimulation and neurodevelopmental treatment/Bobath on gait patterns in adults with cerebral palsy: a randomized controlled trial
<i>Jiang 2013</i>	The Effect of Rhythmic Auditory Stimulation on Gait in Young Children with Spastic Cerebral Palsy [master thesis].
<i>Marrades-Caballero 2018</i>	Neurologic music therapy in upper-limb rehabilitation in children with severe bilateral cerebral palsy: A randomized controlled trial.

Tableau 6 : Liste des études incluses.

#### Caractéristiques des études incluses

<i>Méthode</i>	<p><b>Localisation</b> : Département de kinésithérapie et de réadaptation, Faculté des sciences de la santé, Université Bilgi d'Istanbul, Istanbul, Turquie.</p> <p><b>Type d'étude</b> : Essai clinique contrôlé randomisé.</p> <p><b>Durée de l'étude</b> : 5 semaines.</p> <p><b>Durée de suivi</b> : 3 mois.</p>
<i>Population</i>	<p><b>Nombre</b> : 120 participants.</p> <p><b>Répartition</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 60 dans le groupe d'intervention.</li> <li>- 60 dans le groupe contrôle.</li> </ul> <p><b>Age moyen</b> : 7.5 ans.</p> <p><b>Critères d'inclusion</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Enfants de 5 à 11 ans ;</li> <li>⊕ Diagnostic de CP de type spastique ;</li> <li>⊕ Capables de comprendre les commandes comme étant coopératifs ;</li> <li>⊕ Sans problèmes auditifs entre les niveaux I et III du GMFCS.</li> </ul> <p><b>Critères d'exclusion</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Maladies infectieuses aiguës et chroniques ;</li> <li>⊕ maladies de la coagulation ;</li> <li>⊕ maladies cérébrales progressives telles que les néoplasmes ;</li> <li>⊕ maladies héréditaires telles que le syndrome de la trisomie 21 ;</li> <li>⊕ perte d'audition ;</li> <li>⊕ chirurgie des membres supérieurs et inférieurs au cours de la dernière année ;</li> <li>⊕ problèmes psychiatriques ;</li> <li>⊕ faiblesse de la coopération.</li> </ul> <p><b>Perdus de vue</b> : 0.</p>
<i>Intervention</i>	<p>3 sessions de renforcement sensoriel schématisé + thérapie neurodéveloppementale (NDT/Bobath) – 45 min 3 fois par semaine pendant 5 semaines. Musique classique préférée.</p> <p><b>Groupe d'intervention</b> : PSE + NDT/Bobath.</p> <p><b>Groupe contrôle</b> : NDT/Bobath.</p>
<i>Critère de jugement</i>	<p><b>Principal</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ <b>Fonction motrice grossière</b> mesuré par le GMFM.</li> <li>⊕ Mesure de l'indépendance fonctionnelle avec le WeeFIM.</li> <li>⊕ Douleur avec l'échelle FACES.</li> </ul> <p><b>Mesures</b> : avant, à la fin et après 3 mois de traitement.</p>

Tableau 7: Caractéristiques de l'étude Duymaz 2020 [36].

**Wang 2013** A home-based program using patterned sensory enhancement improves resistance exercise effects for children with cerebral palsy: A randomized controlled trial.

<i>Méthode</i>	<p><b>Localisation</b> : National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.  <b>Type d'étude</b> : Essais clinique contrôlé randomisé.  <b>Durée de l'étude</b> : 6 semaines.  <b>Durée de suivi</b> : 12 semaines.</p>
<i>Population</i>	<p><b>Nombre et genre</b> : 36 participants dont 9 filles et 25 garçons  <b>Répartition</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 18 dans le groupe d'intervention (6 filles et 12 garçons)</li> <li>- 18 dans le groupe contrôle (3 filles et 15 garçons)</li> </ul> <p><b>Age moyen</b> : 9 ans.  <b>Critères d'inclusion</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ enfants atteints de paralysie cérébrale, âgés de 5 à 13 ans ;</li> <li>⊕ Score de Gross Motor Function Classification System (GMFCS) de I à III ;</li> <li>⊕ capable de se tenir debout de manière autonome sans tomber ;</li> <li>⊕ capable de suivre des instructions verbales et de coopérer pendant l'étude ;</li> <li>⊕ l'engagement des parents à superviser la formation sans modifier la thérapie ou les activités en cours.</li> </ul> <p><b>Critères d'exclusion</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Chirurgie orthopédique dans les 6 mois ;</li> <li>⊕ Convulsions incontrôlées, contractures articulaires graves, maladies cardio-pulmonaires ou autres conditions les empêchant de faire des exercices de renforcement ;</li> <li>⊕ Perte d'audition.</li> </ul> <p><b>Perdus de vue</b> : 3.</p>
<i>Intervention</i>	<p>2 programmes d'entraînement progressif avec 3 séances/semaine.</p> <p><b>Groupe d'intervention</b> : Exercice de renforcement type squat assis-debout avec renforcement sensoriel schématisé, utilisant de la musique pré-enregistrée.  <b>Groupe contrôle</b> : Même exercice sans musique.</p>
<i>Critère de jugement</i>	<p><b>Principal</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ <b>GMFM</b> sections D et E.</li> </ul> <p><b>Secondaire</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Mobilité quotidienne, AVQ, force fonctionnelle et vitesse de marche avec l'échelle PEDI.</li> </ul> <p><b>Mesures</b> : Prises avant et après les 6 semaines d'intervention. Puis à 6 et 12 semaines après l'intervention.</p>

Tableau 8 : Caractéristique de l'étude Wang 2013 [37].



**Kim 2012** Differential effects of rhythmic auditory stimulation and neurodevelopmental treatment/Bobath on gait patterns in adults with cerebral palsy: a randomized controlled trial

<i>Méthode</i>	<p><b>Localisation</b> : Département de musicothérapie, Centre de musique et de réhabilitation Ewha, Université Ewha Womans, Corée.</p> <p><b>Type d'étude</b> : Essai clinique contrôlé randomisé.</p> <p><b>Durée de l'étude</b> : 3 semaines.</p> <p><b>Durée de suivi</b> : 1 jour.</p>
<i>Population</i>	<p><b>Nombre et genre</b> : 28 participants dont 10 femmes et 18 hommes.</p> <p><b>Répartition</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 15 dans le groupe d'intervention : 5 femmes, 10 hommes.</li> <li>- 13 dans le groupe contrôle : 6 femmes, 7 hommes.</li> </ul> <p><b>Age moyen</b> : 27 ans.</p> <p><b>Critères d'inclusion</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ pas de déficit auditif perceptible ;</li> <li>⊕ être capable de marcher de façon autonome sur une distance d'au moins 10 m sans aide à la marche ou aide ;</li> <li>⊕ capable de comprendre l'ordre de marcher en suivant le rythme de la stimulation auditive</li> </ul> <p><b>Critères d'exclusion</b> :</p> <p>Néant</p> <p><b>Perdus de vue</b> : 0</p>
<i>Intervention</i>	<p>Protocole de RAS de 3 semaines, 3 séances/semaines, 30 min/séance.</p> <p><b>Groupe d'intervention</b> : RAS : stimulation auditive rythmique effectuée par des musicothérapeutes, qui ont joué un schéma rythmique simple synchronisé avec les battements d'un métronome, en utilisant des progressions d'accords sur un clavier Yamaha.</p> <p><b>Groupe contrôle</b> : NDT/Bobath.</p>
<i>Critère de jugement</i>	<p><b>Principal</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ <b>Données cinématiques et temporelles</b> évalué avec le système Vicon 370 motion.</li> <li>⊕ <b>Gait deviation Index.</b></li> </ul> <p><b>Mesures</b> : Avant et à la fin du traitement.</p>

Tableau 9 : Caractéristiques de l'étude Kim 2012 [38].

<i>Méthode</i>	<p><b>Localisation</b> : Université de Miami, Floride, Etats-Unis.  <b>Type d'étude</b> : Essai clinique.  <b>Durée de l'étude</b> : 3 semaines.  <b>Durée de suivi</b> : 1 jour.</p>
<i>Population</i>	<p><b>Nombre et genre</b> : 9 participants dont 5 filles et 4 garçons.  <b>Age moyen</b> : 6 ans.  <b>Critère d'inclusion</b> :  ⊕ Diagnostic de CP spastique ;  <b>Critères d'exclusion</b> :  ⊕ Niveau de GMFM inférieur à IV ;  <b>Perdus de vue</b> : 0.</p>
<i>Intervention</i>	<p>Protocole de RAS de 3 semaines, 1 séance/semaines, 30 min/séance.</p> <p><b>Groupe d'intervention</b> : RAS : stimulation auditive rythmique. 4 marches avec ou sans RAS, musique contemporaine en 4/4 programmée sur le logiciel Steinberg. Au cours de la session, les participants ont entendu les signaux rythmiques dans des écouteurs sans fil, qui recevaient la musique de l'ordinateur. Les participants ont écouté et tapé des mains sur les stimuli rythmiques pendant une minute avant de faire la marche 2 et la marche 3. Les participants ont tapé en rythme en position assise.</p>
<i>Critère de jugement</i>	<p><b>Principal</b> :</p> <p>⊕ <b>Paramètres de la marche</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la cadence,</li> <li>- la vitesse,</li> <li>- la longueur de pas</li> </ul> <p><b>Mesures</b> : avant et à la fin du traitement.</p>

Tableau 10 : Caractéristiques de l'étude Jiang 2013 [39].

**Marrades-caballero 2018** Neurologic music therapy in upper-limb rehabilitation in children with severe bilateral cerebral palsy: A randomized controlled trial.

<i>Méthode</i>	<p><b>Localisation</b> : Centre universitaire de Kinésithérapie de Madrid, Espagne.  <b>Type d'étude</b> : Essai clinique contrôlé randomisé.  <b>Durée de l'étude</b> : 16 semaines.  <b>Durée de suivi</b> : 4 mois.</p>
<i>Population</i>	<p><b>Nombre et genre</b> : 18 enfants.  <b>Répartition</b> :  - 9 dans le groupe d'intervention  - 9 dans le groupe contrôle  <b>Age</b> : entre 4 et 18 ans  <b>Critères d'inclusion</b> :  ⊕ avoir entre 4 et 18 ans ;  ⊕ un diagnostic de CP bilatérale ;  ⊕ des niveaux élevés de déficit de motricité globale ;  ⊕ des niveaux sévères à modérés dans le système de classification des aptitudes manuelles (MACS) ;  ⊕ niveaux sévères sur le système de classification des fonctions de communication (CFCS),  ⊕ préservation de l'audition, intérêt pour la musique et aucun risque de blessure auto-infligée.  <b>Critères d'exclusion</b> :  ⊕ Graves problèmes de comportement;  ⊕ Mauvaise attention due aux effets secondaires des médicaments;  ⊕ non-participation à plus de 20% des sessions.  <b>Perdus de vue</b> : 0.</p>
<i>Intervention</i>	<p><b>Groupe d'intervention</b> : TIMP + rééducation classique. TIMP avec instruments type guitare, piano et percussions, musique live et personnalisée. Activité de fonction des membres supérieurs réalisée en musique et avec des instruments.  <b>Groupe contrôle</b> : Techniques de rééducation fonctionnelle classiques.</p>
<i>Critère de jugement</i>	<p><b>Principal</b> :  ⊕ Evaluation des changements légers des compétences fonctionnelles avec la « <b>Chailey Levels of Ability</b> ».  <b>Mesures</b> : Prises avant et dans le jour suivant la dernière séance + 16 semaines après l'intervention</p>

Tableau 11 : Caractéristiques de l'étude Marrades-caballero 2018 [40].

## 3.2. Risques de biais des études incluses

### 3.2.1. Grille d'analyse utilisée

La grille PEDro a permis une analyse de la qualité méthodologique des études notamment en identifiant la présence de biais au sein des articles.

	Items de la grille PEDro											Total /10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>Duymaz 2020</i>	X	X		X				X	X	X		6
<i>Kim 2012</i>	X	X		X			X	X	X	X	X	7
<i>Jiang 2013</i>	X			X			X	X	X	X	X	6
<i>Wang 2013</i>	X	X	X	X			X	X	X	X	X	8
<i>Marrades-caballero 2018</i>	X	X		X			X			X	X	5

Tableau 12 : Score PEDro des 7 articles respectant les critères d'inclusion.

L'item 1 concerne la validité externe des 9 études incluses dans cette revue et les 10 items suivants concernent la validité interne des études. Les biais potentiels sont identifiés tels que :

- ⊕ Biais de sélection : items 2 à 4,
- ⊕ Biais d'évaluation : items 5 à 7,
- ⊕ Biais de suivi : item 8,
- ⊕ Biais d'attrition item 9.

Les items 10 et 11 se réfèrent à la pertinence clinique des études, c'est à dire à la quantité d'informations statistiques suffisantes pour interpréter les résultats.

Le point n'est attribué que si le critère énoncé dans l'item est clairement respecté et rédigé.

#### Biais de sélection

On peut le considérer comme un biais de recrutement qui détermine si les sujets observés dans l'étude sont représentatifs ou pas des populations permettant de répondre aux questions posées. Dans ce contexte, si les items 2, 3 et 4 de l'échelle PEDro sont invalidés, un biais de sélection plus ou moins important est mis en évidence, se reportant soit à la répartition aléatoire, soit à l'assignation secrète, soit à la comparabilité des groupes en début d'étude.

## Biais d'évaluation

Il se réfère à la notion de simple, double et ou triple aveugle. Les sujets et les thérapeutes sont considérés « en aveugle » uniquement s'ils ne peuvent pas faire de distinction entre l'intervention testée et l'intervention contrôle.

Quant à l'évaluateur, il est considéré « en aveugle » si cela est clairement mentionné c'est à dire, s'il n'a pas connaissance, au moment de l'évaluation, du groupe auquel le patient a été assigné.

Dans ce cadre, si les items 5, 6 et 7 (qui se reportent à la mise « en aveugle » des sujets, des thérapeutes et des examinateurs) sont invalides, un biais d'évaluation est mis en évidence.

## Biais de suivi

L'item 8 permet de mettre en évidence un biais de suivi qui correspond à une réponse négative lorsque les mesures n'ont pas été prises pour plus de 85% des sujets ayant intégré l'étude au début, pour au moins un des critères de jugement essentiels.

## Biais d'attrition

Le biais d'attrition est identifié par l'item 9. L'exclusion, la perte (attrition) de patients au cours de l'étude sont susceptibles d'induire un biais, surtout quand cela n'est pas dû au hasard mais à une probabilité dépendant du traitement reçu et ou de l'évolution du patient. Ce biais correspond donc au fait que certains patients inclus dans l'essai ne contribueront pas à l'analyse car ils auront été « sortis de l'étude ». Pour que ce biais soit négatif il faut qu'il soit précisé dans l'étude que les patients sortis de l'étude auront été analysés en intention de traiter.

## La pertinence clinique

La pertinence clinique d'une étude dépend de la qualité méthodologique, de la validité externe, de la validité interne, de la validité statistique, de la taille de l'échantillon, la taille de l'effet, de l'apport bénéfice/risque et du rapport coût/bénéfice.

L'échelle PEDro grâce aux items 10 et 11 met en évidence la présence de comparaisons statistiques intergroupes dans l'étude et l'estimation des effets du traitement.

Les points sont attribués uniquement si une comparaison statistique d'un groupe par rapport à l'autre est indiquée (pour au moins un des critères de jugement essentiels). Cela peut être une simple comparaison de résultats après traitement ou une comparaison de changements. Les effets du traitement et leur variabilité (pour au moins un des critères...) peuvent s'affirmer soit par une différence entre les groupes, soit par le résultat au sein de tous les groupes.

Les repérages des biais et de la pertinence des études retenues sont synthétisés dans les tableaux ci-après.

### 3.2.2. Synthèse des biais retrouvés dans les études incluses

**Duymaz 2020** The effects of music therapy on gross motor functions, pain, and level of functional independence in children with cerebral palsy

<i>Risques de biais</i>	<input type="checkbox"/> Biais de sélection : Risque très faible (3/3). <input type="checkbox"/> Biais d'évaluation : Risque très important (0/3). <input type="checkbox"/> Biais de suivi : Risque très faible (1/1). <input type="checkbox"/> Biais d'attrition : Risque très faible (1/1).
<i>Qualité méthodologique</i>	Validité externe : Bonne (1/1). Validité interne : Satisfaisante 6/10.

**Kim 2012** Differential effects of rhythmic auditory stimulation and neurodevelopmental treatment/Bobath on gait patterns in adults with cerebral palsy: a randomized controlled trial

<i>Risques de biais</i>	<input type="checkbox"/> Biais de sélection : Risque faible (2/3). <input type="checkbox"/> Biais d'évaluation : Risque important (1/3). <input type="checkbox"/> Biais de suivi : Risque faible (1/1). <input type="checkbox"/> Biais d'attrition : Risque faible (1/1).
<i>Qualité méthodologique</i>	Validité externe : Bonne (1/1). Validité interne : Bonne (7/10).

**Jiang 2013** The Effect of Rhythmic Auditory Stimulation on Gait in Young Children with Spastic Cerebral Palsy [master thesis]

<i>Risques de biais</i>	<input type="checkbox"/> Biais de sélection : Risque important (1/3). <input type="checkbox"/> Biais d'évaluation : Risque important (1/3). <input type="checkbox"/> Biais de suivi : Risque très faible (1/1). <input type="checkbox"/> Biais d'attrition : Risque très faible (1/1).
<i>Qualité méthodologique</i>	Validité externe : Très bonne (1/1). Validité interne : Satisfaisante (6/10).

**Wang 2013** A home-based program using patterned sensory enhancement improves resistance exercise effects for children with cerebral palsy: A randomized controlled trial.

<i>Risques de biais</i>	<input type="checkbox"/> Biais de sélection : Risque très faible (3/3). <input type="checkbox"/> Biais d'évaluation : Risque important (1/3). <input type="checkbox"/> Biais de suivi : Risque faible (1/1). <input type="checkbox"/> Biais d'attrition : Risque important (0/1)
<i>Qualité méthodologique</i>	Validité externe : Bonne (1/1). Validité interne : Très bonne (8/10).

**Marrades-caballero 2018** Neurologic music therapy in upper-limb rehabilitation in children with severe bilateral cerebral palsy: A randomized controlled trial.

<i>Risques de biais</i>	<input type="checkbox"/> Biais de sélection : Risque modéré (2/3). <input type="checkbox"/> Biais d'évaluation : Risque important (1/3). <input type="checkbox"/> Biais de suivi : Risque faible (1/1). <input type="checkbox"/> Biais d'attrition : Risque important (0/1).
<i>Qualité méthodologique</i>	Validité externe : Bonne (1/1). Validité interne : Moyenne (5/10).

### 3.3. Effets de l'intervention

Selon les études, les critères de jugement diffèrent. Nous analyserons dans cette partie les différentes tailles d'effets selon les critères de jugement utilisés.

De plus pour qu'un résultat soit statistiquement significatif, un  $p < 0,05$  doit être retrouvé dans les résultats. Enfin, la taille de l'effet est calculée si est seulement si les études renseignent les données suffisantes.

#### □ Duymaz 2020

Cette étude présente plusieurs résultats sur différents critères de jugement, le critère de jugement qui nous intéresse est la **Fonction motrice grossière** évalué par le GMFM-88.

Le groupe intervention a suivi un protocole de thérapie musical (MT) en plus de la NDT. Le score total sur l'échelle GMFM-88 est la donnée analysée dans les tableaux ci-après :

Groupe	Temps	p	Moyenne +/- ET
MT+NDT	<b>T0</b>	< 0,001	34,35 +/- 9,85
	<b>T1 après la fin du traitement</b>		36,55 +/- 9,52
NDT	<b>T0</b>		31,88 +/- 6,36
	<b>T1 après la fin du traitement</b>		31,96 +/- 6,49
Taille de l'effet T1		4,59 IC95% [1,64 ; 7,54]	

Groupe	Temps	p	Moyenne +/- ET
MT+NDT	<b>T0</b>	< 0,001	34,35 +/- 9,85
	<b>T2 3 mois après la fin du traitement</b>		37,64 +/- 9,22
NDT	<b>T0</b>		31,88 +/- 6,36
	<b>T2 3 mois après la fin du traitement</b>		32,04 +/- 6,49
Taille de l'effet T2		5,6 IC95% [2,72 ; 8,48]	

Au niveau du score total sur la GMFM-88, l'intervention dans le groupe MT+NDT montre une augmentation du score passant de 34,35 +/- 9,85 à 36,55 +/- 9,52 avec un  $p < 0,001$  donc les données sont statistiquement significatives.

Pour le groupe contrôle, le score reste inchangé de 31,88 +/- 6,36 à 31,96 +/- 6,49 avec un  $p < 0,001$  donc les données sont statistiquement significatives.

Après le calcul de la taille de l'effet, l'évolution est favorable de 4,59 avec un intervalle de confiance à 95% [1,64 ; 7,75]. Cette taille d'effet est bonne.

3 mois après la fin de l'intervention, la taille de l'effet est meilleure avec 5,6 IC95% [2,72 ; 8,48].



□ Wang 2013

Cette étude présente plusieurs résultats sur différents critères de jugement, nous présenterons les résultats sur les dimensions D et E du GMFM, et les résultats sur l'échelle PEDI.

L'analyse des tailles d'effet a déjà été effectuée par les auteurs, ainsi qu'une analyse de la covariance ANCOVA. les résultats sont indiqués dans les tableaux ci-après :

**Table 2.** Observed and Adjusted Means for Gross Motor Outcome Measures.

Outcome Measure	T	PSE Group		No-Music Group		Mean Adjusted Difference (95% CI)	Interaction P Value (ANCOVA) <sup>a</sup>	ES <i>f</i>
		Observed, Mean ± SD	Adjusted, Mean ± SE	Observed, Mean ± SD	Adjusted, Mean ± SE			
Dimension D	T0	79.3 ± 13.4	79.6 ± 0.0	79.9 ± 11.8	79.6 ± 0.0			
	T1	83.5 ± 8.7	83.7 ± 0.8	80.3 ± 11.4	80.1 ± 0.8	3.6 (1.2 to 5.9)	<b>.004</b>	<b>.54</b>
	T2	83.9 ± 8.6	84.1 ± 0.9	80.5 ± 11.3	80.3 ± 0.9	3.8 (1.3 to 6.4)	<b>.004</b>	<b>.54</b>
	T3	82.6 ± 11.6	82.9 ± 0.8	80.9 ± 11.7	80.7 ± 0.8	2.2 (-0.1 to 4.5)	.06	.34
Dimension E	T0	63.3 ± 23.4	62.6 ± 0.0	62.0 ± 26.1	62.6 ± 0.0			
	T1	67.8 ± 23.4	67.2 ± 0.8	64.0 ± 25.9	64.6 ± 0.8	2.6 (0.1 to 5.0)	.04	.37
	T2	68.5 ± 21.9	67.9 ± 0.9	65.4 ± 25.8	66.0 ± 0.9	1.9 (-0.7 to 4.5)	.14	.26
	T3	69.2 ± 22.8	68.6 ± 0.9	65.4 ± 25.4	66.1 ± 0.9	2.5 (-0.2 to 5.2)	.07	.33
Goal Dimension	T0	71.3 ± 17.8	71.1 ± 0.0	70.9 ± 18.5	71.1 ± 0.0			
	T1	75.7 ± 15.6	75.5 ± 0.6	72.2 ± 18.2	72.3 ± 0.6	3.2 (1.6 to 4.8)	<b>&lt;.001</b>	<b>.70</b>
	T2	76.2 ± 14.8	76.0 ± 0.7	72.9 ± 18.2	73.1 ± 0.7	3.0 (1.0 to 4.9)	<b>.004</b>	<b>.54</b>
	T3	75.9 ± 16.7	75.7 ± 0.6	73.2 ± 18.3	73.4 ± 0.6	2.4 (0.5 to 4.2)	<b>.013</b>	<b>.46</b>

Abbreviations: PSE, patterned sensory enhancement; CI, confidence interval; ANCOVA, analysis of covariance; ES, effect size; T0, baseline; T1, post-test; T2, 6-week follow-up; T3, 12-week follow-up.

<sup>a</sup>ANCOVA with baseline measure as covariate. Boldface indicates significant interaction.

On a ainsi une taille d'effet de différence inter-groupe de 3,2 points avec un IC95% [1.6 ; 4.8] pour la Goal Dimension à T1, avec une valeur de  $p < 0.001$ , donc un résultat statistiquement significatif. Cette taille d'effet est bonne.

Cette taille d'effet se maintient quelque peu après 12 semaines : 2,4 IC95% [0,5 ; 4,2].

Pour l'échelle PEDI les résultats sont plus nuancés :

**Table 3.** Observed and Adjusted Means for PEDI Daily Mobility and Self-care Functions Measures.

Outcome Measure	T	PSE Group		No-Music Group		Mean Adjusted Difference (95% CI)	Interaction P Value (ANCOVA) <sup>a</sup>	ES <i>f</i>
		Observed, Mean ± SD	Adjusted, Mean ± SE	Observed, Mean ± SD	Adjusted, Mean ± SE			
PEDI Mobility— Functional Skills	T0	73.0 ± 12.5	73.1 ± 0.0	73.2 ± 13.9	73.1 ± 0.0			
	T1	75.1 ± 11.5	75.2 ± 0.5	74.3 ± 13.6	74.1 ± 0.5	1.1 (-0.3 to 2.5)	.12	.28
	T2	76.2 ± 10.8	76.3 ± 0.6	74.5 ± 13.5	74.4 ± 0.6	1.9 (0.0 to 3.7)	.04	.36
PEDI Mobility— Caregiver Assistance	T0	75.2 ± 12.6	74.1 ± 0.0	73.1 ± 12.8	74.1 ± 0.0			
	T1	78.3 ± 14.7	77.2 ± 1.3	74.9 ± 14.1	76.0 ± 1.3	1.2 (-2.7 to 5.1)	.53	.11
	T2	80.7 ± 13.3	79.6 ± 1.5	77.5 ± 15.6	78.6 ± 1.5	1.0 (-3.2 to 5.3)	.62	.09
PEDI Self-care— Functional Skills	T0	77.4 ± 13.7	76.2 ± 0.0	75.0 ± 10.8	76.2 ± 0.0			
	T1	78.6 ± 12.8	77.5 ± 0.4	75.9 ± 11.0	77.1 ± 0.4	0.4 (-0.8 to 1.6)	.47	.13
	T2	79.8 ± 12.0	78.7 ± 0.6	77.5 ± 11.1	78.6 ± 0.6	0.1 (-1.7 to 1.9)	.90	.02
PEDI Self-care— Caregiver Assistance	T0	76.8 ± 14.4	73.3 ± 0.0	69.9 ± 12.7	73.3 ± 0.0			
	T1	78.7 ± 13.9	75.5 ± 0.9	73.6 ± 12.8	76.9 ± 0.9	-1.4 (-4.1 to 1.3)	.31	.18
	T2	80.0 ± 14.0	76.9 ± 2.1	78.5 ± 15.7	81.6 ± 2.1	-4.7 (-10.8 to 1.4)	.12	.27
	T3	78.1 ± 13.3	75.0 ± 1.5	78.5 ± 14.2	81.6 ± 1.5	-6.6 (-11.1 to -2.1)	<b>.005</b>	<b>.52</b>

Abbreviations: PSE, patterned sensory enhancement; CI, confidence interval; ANCOVA, analysis of covariance; ES, effect size; PEDI, Pediatric Evaluation of Disability Inventory; T0, baseline; T1, posttest; T2, 6-week follow-up; T3, 12-week follow-up.  
<sup>a</sup>ANCOVA with baseline measure as covariate. Boldface indicates significant interaction.

On remarque une taille d'effet positive dans la partie Mobility - functional skills : 1,9 IC95% [0,0 ; 3,7]. Les autres résultats ne sont pas statistiquement significatifs, et les tailles d'effets relativement faibles.

#### □ Kim 2012

Cette étude présente plusieurs résultats sur différents critères de jugement, nous présenterons les résultats sur le Gait Deviation Index (GDI) et sur les paramètres de la marche : cadence, vitesse, et longueur de pas. Les changes scores étant disponibles, ils seront utilisés pour calculer les tailles d'effets.

Le groupe intervention a suivi un protocole de RAS pendant 3 semaines, le groupe contrôle à reçu un protocole de NDT/Bobath, l'analyse de la taille d'effet pour le GDI est disponible ci-après :

Gait Deviation Index		
Groupe	p	Change Score +/- ET
RAS	< 0,001	3,9 +/- 0,9
NDT/Bobath		-1,3 +/- 1,3
Taille de l'effet	5,2 IC95% [4,34 ; 6,06]	

Au niveau du score au GDI, les deux change scores disponibles nous permettent de calculer une taille d'effet de 5,2 IC95% [4,34 ; 6,06]. C'est une excellente taille d'effet. De plus la valeur de p étant < 0.001 les résultats sont statistiquement significatifs.

Pour l'analyse des paramètres de cadence, vitesse, et longueur de pas, les tailles d'effets obtenues à partir des Change Scores sont disponibles ci-après :

Cadence (step/min)		
Groupe	p	Change Score +/- ET
<i>RAS</i>	< 0,001	6,1 +/- 2,8
<i>NDT/Bobath</i>		-7,0 +/- 1,8
Taille de l'effet	13,1 IC95% [11,24 ; 14,96]	

Pour la cadence, l'analyse des Change Scores montre une taille d'effet de 13,1 IC95% [11,24 ; 14,96], c'est une taille d'effet excellente. De plus la valeur de p étant < 0.001 les résultats sont statistiquement significatifs.

Velocity (m/s)		
Groupe	p	Change Score +/- ET
<i>RAS</i>	< 0,001	0,1 +/- 0,03
<i>NDT/Bobath</i>		-0,1 +/- 0,03
Taille de l'effet	0,2 IC95% [0,18 ; 0,22]	

Pour la vitesse, l'analyse des Change Scores montre une taille d'effet de 0,2 IC95% [0,18 ; 0,22], c'est une taille d'effet moyenne. De plus la valeur de p étant < 0.001 les résultats sont statistiquement significatifs.

Stride length (m)		
Groupe	p	Change Score +/- ET
<i>RAS</i>	< 0,001	0,2 +/- 0,04
<i>NDT/Bobath</i>		-0,05 +/- 0,03
Taille de l'effet	0,25 IC95% [0,22 ; 0,28]	

Pour la longueur de pas, l'analyse des Change Scores montre une taille d'effet de 0,25 IC95% [0,22 ; 0,28], c'est une taille d'effet excellente. De plus la valeur de p étant < 0.001 les résultats sont statistiquement significatifs.

□ Jiang 2013

Cette étude ne présentant pas de groupe contrôle, il est donc impossible de calculer la taille de l'effet et l'intervalle de confiance à 95% sur les résultats proposés. Les résultats de cette étude seront néanmoins analysés dans la partie Discussion de cette revue.

□ Marrades-caballero 2018

Cette étude présente des résultats sur le critère de jugement évaluée par la « *Chailey Levels of Ability* ».

Le groupe intervention a suivi un protocole de TIMP (MT) en plus de la kinésithérapie classique (conventional therapy CT). Le groupe contrôle a reçu un traitement kinésithérapique classique (CT)

Le score total sur le Chailey Test est la donnée analysée dans le tableau ci-après :

Groupe	Temps	p	Moyenne +/- ET
TIMP+CT	<b>T0</b>	< 0,002	138,83 +/- 42,41
	<b>T1 après la fin du traitement</b>		143,17 +/- 43,44
CT	<b>T0</b>		136,9 +/- 48,9
	<b>T1 après la fin du traitement</b>		137,2 +/- 48,6
Taille de l'effet T1	5,97 IC95% [-40,09 ; 52,03]		

L'analyse de la différence inter-groupe montre une taille d'effet de 5,97 IC95% [-40,09 ; 52,03]. Cette différence est positive mais présente un intervalle de confiance beaucoup trop large. La valeur de p étant < 0.002 les résultats sont statistiquement significatifs.

Nous allons également analyser le score spécifique de la section *Arm and Hand Position* pour répondre plus précisément à notre objectif clinique d'amélioration de la fonction motrice du membre supérieur, l'analyse de la taille d'effet est disponible dans le tableau ci-après :

Groupe	Temps	p	Moyenne +/- ET
TIMP+CT	<b>T0</b>	< 0,027	13,56 +/- 5,38
	<b>T1 après la fin du traitement</b>		15,22 +/- 6,12
CT	<b>T0</b>		12,00 +/- 5,00
	<b>T1 après la fin du traitement</b>		12,00 +/- 5,00
Taille de l'effet T1	3,22 IC95% -2,36 ; 8,80]		

L'analyse de la différence inter-groupe montre une taille d'effet de 3,22 IC95% [-2,36 ; 8,80]. Cette différence est positive mais présente un intervalle de confiance trop large. La valeur de p étant < 0.027 les résultats sont statistiquement significatifs.

## 4. Discussion

### 4.1. Analyse des principaux résultats

#### 4.1.1. Renforcement Sensoriel Schématisé (PSE)

Deux études ont analysé l'efficacité du renforcement sensoriel schématisé dans l'amélioration de la fonction motrice grossière de sujets atteints de paralysie cérébrale, ce sont les études *Duymaz 2020* et *Wang 2013*.

Les deux études présentent des critères d'inclusion très similaires, les sujets étaient tous des enfants âgés de 5 à 13 ans possédant un score de I à III sur l'échelle GMFCS (atteinte légère à modérée de la fonction motrice grossière). De plus, ces deux études possèdent une bonne validité interne avec un score de 6/10 pour *Duymaz 2020* et 8/10 pour *Wang 2013* ; ces scores sont très bons si l'on prend en compte le fait qu'il était impossible pour les thérapeutes comme pour les sujets d'être en aveugle lors de l'intervention.

Les critères de jugement des deux études sont similaires du fait qu'elles étudient toutes les deux l'impact du PSE sur la fonction motrice grossière, avec comme outil de mesure l'échelle GMFM. Néanmoins, l'intervention dans l'étude *Duymaz 2020* comporte des exercices impactant tous les paramètres de la fonction motrice ; toutes les dimensions du GMFM ont donc été évaluées. Pour *Wang 2013*, l'intervention est plus précise avec un exercice de squat type assis-debout effectué avec la technique PSE ; et seulement les dimensions D et E du GMFM ont été évaluées. Une évaluation a également été réalisée avec l'échelle PEDI mais n'a pas montrée de résultats significatifs.

Après analyse des résultats, les deux études ont obtenu des résultats significatifs sur le score au GMFM et surtout, des tailles d'effets remarquables : 4,59 IC95% [1,64 ; 7,54] pour *Duymaz 2020* et 3,2 IC95% [1.6 ; 4.8] pour *Wang 2013*. Pour rappel, le score sur le GMFM est un pourcentage, avec un score maximal de 100 %. Ainsi, une augmentation d'entre 3.2 et 4.6 % du score en trois semaines de traitement représente une belle amélioration de la fonction motrice pour ces patients en comparaison avec les thérapies classiques. Les intervalles de confiance montrent que mêmes les limites inférieures constituent une bonne amélioration de l'état du patient.

Toutefois, même si ces résultats semblent très prometteurs, il faut souligner que l'étude *Wang 2013* n'a pas obtenu d'aussi bons résultats sur l'échelle PEDI, censée détecter des changements plus subtils de fonction motrice, même si une petite amélioration des compétences fonctionnelles a été relevée : 1,9 IC95% [0,0 ; 3,7].

Ainsi, ces deux études semblent être homogènes quant à la majorité des paramètres analysés. Elles obtiennent des résultats similaires et allant dans le sens d'une efficacité statistique du PSE dans l'amélioration de la fonction motrice grossière chez les enfants atteints de paralysie cérébrale, du stade I à III sur l'échelle GMFCS. Cette efficacité semble être meilleure que celle des thérapies conventionnelles.

#### 4.1.2. Stimulation Rythmique Auditive (RAS)

Deux études ont analysé l'efficacité de la stimulation rythmique auditive dans l'amélioration des paramètres de la marche chez des patients atteints de paralysie cérébrale, ce sont les études *Kim 2012* et *Jiang 2013*.

Ces deux études possèdent une bonne validité interne, avec des scores de 7/10 pour *Kim 2012* et 6/10 pour *Jiang 2013*, ce sont deux bons scores si l'on tient compte du fait que les thérapeutes et les sujets ne pouvaient pas être en aveugle. Par ailleurs, l'étude *Jiang 2013* ne comporte pas de groupe contrôle ; c'est un gros désavantage car il est donc impossible de calculer une différence inter-groupe. Néanmoins, cette étude présente des résultats très intéressants quant aux modalités d'application de la RAS, elle établit des bases de travail solides pour affiner les protocoles de traitement chez les enfants atteints de paralysie cérébrale.

L'étude *Kim 2012* a comparé l'efficacité de la RAS sur les différents paramètres de la marche comparativement à la thérapie neurodéveloppementale (NDT/Bobath). Après calculs, on retrouve une différence inter-groupe de 5,2 IC95% [4,34 ; 6,06] pour une amélioration du score au Gait Deviation Index, seul le groupe RAS a amélioré son score. La taille d'effet est bonne avec un intervalle de confiance excellent. Concernant la cadence et la longueur de pas, l'étude obtient également de très bons résultats, avec des tailles d'effets excellentes : + 13,1 pas/minute IC95% [11,24 ; 14,96] et + 0,25 m IC95% [0,22 ; 0,28]. Pour la vitesse le résultat est positif mais la taille d'effet moins importante.

L'étude *Jiang 2013* présente également des résultats positifs, avec des différences intra groupe statistiquement significatives et des tailles d'effet correctes sur les trois paramètres, cadence, vitesse et longueur de pas. Il faut tout de même remarquer qu'au vu du petit nombre de participants (n = 9), le calcul de ces tailles d'effet est peu significatif. Des résultats intéressants apparaissent quant à l'influence de l'âge et du niveau de fonction motrice des sujets sur l'efficacité de la RAS. L'étude montre que les sujets plus jeunes, bénéficient plus de la RAS quand elle est effectuée sur des sessions nombreuses, avec un effet de type « entraînement ». Les sujets plus âgés (adolescents) semblent à l'inverse bénéficier d'un effet plus immédiat de la RAS sur les paramètres de la marche. Par ailleurs, les résultats indiquent que le niveau de motricité globale a eu un effet statistiquement significatif sur la cadence et la vitesse. Cependant, le niveau de motricité globale n'a pas eu d'effet sur la longueur de pas. L'analyse a posteriori a révélé que la cadence et la vitesse de toutes les marches étaient significativement plus élevées chez les sujets de niveau I GMFCS que chez les sujets de niveau III GMFCS. En outre, les participants de niveau II GMFCS ont eu une cadence de marche nettement plus élevée et une vitesse plus rapide sur l'ensemble de leurs parcours que les participants de niveau III. Par conséquent, les participants ayant un niveau de motricité globale plus élevé étaient plus susceptibles de présenter une cadence de marche plus élevée et une vitesse plus rapide.

Ainsi, ces deux études, malgré leur hétérogénéité, montrent des résultats prometteurs quant à l'utilisation de la RAS avec des patients atteints de paralysie cérébrale. L'étude *Jiang 2013*, apporte des pistes de réflexion intéressantes pour l'optimisation des protocoles spécifiques dans une optique de prise en charge individualisée.

#### 4.1.3. Performance Musicale Thérapeutique Instrumentale (TIMP)

Une seule étude s'intéressant à l'efficacité de la TIMP a été incluse dans cette revue. En effet, une revue publiée en 2016 [25] s'était déjà intéressé au sujet mais n'analysait pas d'essai clinique. Cette revue a plutôt apporté une vue d'ensemble des différentes études publiées sur le sujet, avec une approche narrative. Que ce soit avant ou après la publication de cette revue, un seul véritable essai clinique a été réalisé sur l'efficacité de la TIMP chez les patients atteints de paralysie cérébrale, c'est l'étude *Marrades-caballero 2018*.

Cette étude est un essai clinique contrôlé randomisé. Une de ses particularités est que seuls des patients avec un score de IV et V au GMFCS ont été inclus. L'objectif est donc d'évaluer l'efficacité de la TIMP sur des patients avec une atteinte sévère de la fonction motrice. La TIMP pourrait en effet être une technique de rééducation pertinente pour les patients avec des atteintes sévères car il est possible de concevoir des exercices simples, réalisables en pronation et assis dans le fauteuil, ciblant la mobilité du membre supérieur et le tonus du tronc et de la tête.

Il s'agit ainsi d'évaluer la pertinence clinique des résultats de cette étude, qui conclut dans sa discussion que la thérapie avait montré un réel bénéfice sur le critère de jugement analysé. Malheureusement, l'analyse des tailles d'effet a révélé des intervalles de confiance à 95% beaucoup trop larges, avec des limites inférieures négatives. Il est donc impossible de conclure sur l'efficacité de ce traitement pour cette population.

Par ailleurs, cette étude présente une validité interne moyenne avec un score de 5/10 et donc des risques de biais important. Le nombre relativement faible de participants s'explique par la difficulté de trouver des sujets pouvant participer à l'étude avec des atteintes sévères de la fonction motrice.

Même si les résultats ne montrent pas un effet compatible avec l'établissement d'un niveau de preuve suffisant, l'intervention a tout de même apporté pour la majorité des sujets un bénéfice certain de fonction motrice. De plus les sujets ont montré une motivation et un intérêt accru pour les séances de rééducation, stimulés par l'aspect ludique de la pratique d'instruments de musique.

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

L'acquisition d'une signification statistique ( $P < 0,05$ ) n'est pas suffisante pour établir un réel intérêt clinique. L'applicabilité des résultats en pratique clinique est plus difficile à déterminer et prend en compte plusieurs éléments :

- La taille de l'effet du traitement est-elle suffisamment grande pour que le traitement soit apprécié cliniquement ?
- Le rapport entre les bénéfices et les risques du traitement est-il favorable ?
- La dimension coût/efficacité ne doit pas être négligée.

#### 4.2.1. Taille de l'effet

Les deux études sur le PSE présentent des tailles d'effet excellentes avec de très bon intervalles de confiance. Ces tailles d'effets représentent un réel bénéfice sur le critère de jugement principal : la fonction motrice grossière mesurée par l'échelle GMFM. Concernant la RAS, seule l'étude *Kim 2012* présentait des données permettant de calculer une réelle taille d'effet ; ses résultats se sont avérés être excellents avec un effet conséquent et des intervalles de confiance significatifs ; l'amélioration du GDI et des trois paramètres principaux de la marche (cadence, vitesse et longueur de pas) a montré un réel bénéfice pour les patients de niveau I à III du GMFCS. Pour l'étude *Jiang 2013* il est impossible de conclure sur la notion de taille d'effet, d'autres études auraient pu présenter des données permettant de calculer la taille de l'effet, mais leur protocole ou leur qualité méthodologique ne correspondait pas aux critères d'inclusion de cette revue. Concernant la TIMP, un seul essai clinique randomisé est aujourd'hui disponible dans la littérature, malheureusement ses résultats ne permettent pas d'émettre de conclusions quant à l'efficacité de ce traitement.

#### 4.2.2. Rapport bénéfices/risques

Les trois techniques de NMT analysées dans cette revue sont déjà utilisées dans la rééducation d'autres pathologies neurologiques, dans la rééducation post-AVC ou la maladie de Parkinson, par exemple. Aucun risque ou effet négatif n'a été retenu lors de leur utilisation et aucun effet négatif n'a été mis en évidence dans les études incluses dans cette revue. Même si l'étude sur la TIMP présentait des limites inférieures négatives, ces variations sont potentiellement dues à la sévérité des atteintes des patients et la complexité de la pathologie.

Finalement, le rapport bénéfices/risques semble être en faveur de l'utilisation de la NMT avec les patients atteints de paralysie cérébrale, avec bien sûr une pratique justifiée et adaptée aux besoins du patient.

#### 4.2.3. Dimension coût/efficacité

La thérapie musicale neurologique, et particulièrement les trois traitements que nous avons analysés peuvent être mis en œuvre avec peu de moyens. Pour le PSE, un métronome et n'importe quelle source musicale peuvent faire l'affaire, un piano ou un autre instrument mélodique comme la guitare semblent être les plus utilisés. Pour la RAS, un dispositif d'écoute (casque, écouteurs ou haut-parleurs) est nécessaire ; elle peut aussi être réalisée avec des instruments en direct ; dans tous les cas le coût du matériel est tout à fait raisonnable. Pour la TIMP, des petits instruments d'entrée de gamme suffisent, le coût est donc tout aussi raisonnable.

Bien sûr, quand la musique est jouée en direct, il est important que le thérapeute possède des compétences instrumentales, et soit capable de transmettre au patient une expérience musicale de qualité. Il est néanmoins tout à fait possible d'effectuer des séances de NMT sans avoir de formation musicale ; la collaboration avec un ou une musicothérapeute est également possible.



### 4.3. Qualité des preuves

La qualité des preuves s'affirme grâce aux différents grades de recommandations que fournit la haute autorité de santé. Ces grades ont pour objectif d'énoncer les bases des recommandations : il existe une volonté de transparence.

Ces recommandations sont classifiées en 3 grades, A, B et C selon les modalités qui suivent :

- Le grade A correspond à une preuve scientifique établie par des études de fort niveau de preuves.
- Le grade B correspond à une présomption scientifique engendrée par des études de niveau moyen de preuves.
- Le grade C correspond à un faible niveau de preuves garanti par des études de moindre niveau de preuves.

Ces grades de recommandations sont spécifiés dans le tableau 12.

<b>Grade des recommandations</b>	<b>Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature</b>
<b>A</b> <b>Preuve scientifique établie</b>	<u>Niveau 1</u> <ul style="list-style-type: none"><li>- Essais comparatifs randomisés de forte puissance</li><li>- Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés</li><li>- Analyse de décision fondée sur des études bien menées</li></ul>
<b>B</b> <b>Présomption scientifique</b>	<u>Niveau 2</u> <ul style="list-style-type: none"><li>- Essais comparatifs randomisés de faible puissance</li><li>- Études comparatives non randomisées bien menées</li><li>- Études de cohorte</li></ul>
<b>C</b> <b>Faible niveau de preuve</b>	<u>Niveau 3</u> <ul style="list-style-type: none"><li>- Études cas-témoins</li></ul>
	<u>Niveau 4</u> <ul style="list-style-type: none"><li>- Études comparatives comportant des biais importants</li><li>- Études rétrospectives</li><li>- Série de cas</li><li>- Études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale)</li></ul>

Tableau 13 : Grade des recommandations – HAS [41].

Pour cette revue de littérature, le grade B est accepté. En effet, les études incluses sont des essais comparatifs de faible puissance du fait des petits échantillons retrouvés dans ces essais, du fait que ces études n'ont pas été réalisées en double aveugle, et que l'une d'elle ne présentait pas de groupe contrôle.

#### 4.4. Biais potentiels de la revue

La grille AMSTAR qui est une grille d'évaluation de la qualité méthodologique des revues systématiques, permet d'apprécier les biais de cette revue de littérature. Elle se base sur 11 critères et sert de support pour l'évaluation de notre revue :

- Préalablement à la composition de cette revue de littérature, la question de recherche et les critères d'inclusion des études ont été déterminés. Un plan de recherche a donc été établi.
- La sélection des études ainsi que l'extraction des données n'ont pas été confiées à au moins deux personnes puisqu'il s'agit d'un travail de recherche personnel en vue de l'obtention du diplôme d'état de masso-kinésithérapeute.
- La recherche documentaire a été exhaustive. En effet, 3 bases de données ont été utilisées (PubMed, PEDro et Cochrane) ainsi que des stratégies complémentaires avec des recherches dans la littérature grise.
- La nature de la publication était un critère d'inclusion. En effet, les études ont été recherchées sans tenir compte de la langue, du type de publication, etc. une étude de la littérature grise a été incluse.
- La liste des études incluses et exclues est fournie dans cette revue. On retrouve les études incluses et les études exclues dans la partie 3. Résultats.
- Les caractéristiques des études incluses sont indiquées dans cette revue sous forme de tableau. Elles sont retrouvées dans la partie 3. Résultats, dans les tableaux 7 à 11.
- La qualité des études incluses dans cette revue de littérature a été évaluée par l'échelle PEDro. Cette évaluation est retrouvée dans la partie 3. Résultats, dans le tableau 12 : *Score PEDro des 7 articles respectant les critères d'inclusion.*
- Les résultats de l'évaluation de la rigueur méthodologique et de la qualité scientifique des études incluses ont été pris en considération dans l'analyse et les conclusions de la revue.
- L'hétérogénéité des études ne permettait pas de combiner les résultats d'études.
- La probabilité d'un biais de publication n'a pas été évaluée. En effet, on ne peut pas calculer ce biais à notre niveau.
- Concernant les conflits d'intérêts, les études incluses déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt. Pour cette revue de littérature, aucun conflit d'intérêt n'est à déclarer.

## 5. Conclusion

Cette revue de littérature avait pour objectif d'établir une première base de preuves scientifiques pour l'utilisation de techniques de thérapie musicale neurologique avec des patients atteints de paralysie cérébrale. L'analyse des études incluses permet de mettre à jour le potentiel ainsi que les perspectives de ces thérapeutiques pour ces patients. Ainsi, il est possible de dégager de multiples implications, tant pour la pratique clinique que pour la recherche.

### 5.1. Implications pour la pratique clinique

Les résultats recueillis dans cette revue de littérature sont à considérer avec précaution dans la mesure où le nombre d'études évaluant chaque traitement est faible (2 pour le PSE, 2 pour la RAS et 1 pour la TIMP). Pour la RAS et la TIMP, le nombre de patients des différentes études étant assez faible, l'applicabilité de ces interventions pour l'ensemble de la population cible est faible.

Concernant le PSE ; l'étude *Duymaz 2020* en particulier présente un échantillon élevé de patients (n=120). La qualité méthodologique des études *Duymaz 2020* et *Wang 2013*, leur bonne homogénéité, et leurs résultats très significatifs, tant sur le plan statistique qu'au niveau des tailles d'effets, indique que l'utilisation du PSE avec des patients de niveau I à III au GMFCS semble être très efficace.

Pour l'utilisation de la RAS en pratique clinique, cette revue apporte des conclusions plus nuancées. En effet, la RAS semble être un traitement bénéfique sur tous les paramètres principaux de la marche du sujet paralysé cérébral. Néanmoins, il est nécessaire d'effectuer de nouvelles études de bonne qualité méthodologique pour renforcer cette présomption scientifique. L'étude *Jiang 2013* apporte des pistes de réflexions pertinentes sur les modalités d'application de la RAS selon l'âge et le niveau de fonction motrice des patients.

Enfin, l'efficacité de la TIMP avec les patients atteints de paralysie cérébrale n'a pas pu être mise en évidence. Le manque d'études disponibles sur ce sujet, ainsi que le manque d'applicabilité des résultats de l'étude *Marrades-caballero 2018* rendent difficiles les conclusions potentielles sur cette thérapie. Il faut noter que l'efficacité sur d'autres pathologies, le faible coût et le bon rapport bénéfices/risques tendent à indiquer une utilisation empirique de ce traitement, si le thérapeute et les sujets sont sensibles à la musique bien sûr.

### 5.2. Implications pour la recherche

De nombreuses recherches restent à réaliser pour déterminer la réelle efficacité de la NMT avec les patients atteints de paralysie cérébrale. Des études avec des échantillons plus larges, analysant également les différentes modalités d'applications des techniques selon le tableau clinique des patients sont nécessaires.

Le domaine de la recherche concernant la thérapie musicale neurologique et la paralysie cérébrale reste donc encore très ouvert et de nouvelles perspectives de travail sont mises en lumière.

## Bibliographie

- [1] Cans C. Épidémiologie De La Paralyse Cérébrale (« Cerebral Palsy » Ou Cp). *Mot Cerebrale* 2005;26:51–8. [https://doi.org/10.1016/S0245-5919\(05\)81666-8](https://doi.org/10.1016/S0245-5919(05)81666-8).
- [2] <https://www.fondationparalysiecerebrale.org/bilan-enjeux-et-perspectives> n.d.
- [3] Münte TF, Altenmüller E, Jäncke L. The musician’s brain as a model of neuroplasticity. *Nat Rev Neurosci* 2002;3:473–8. <https://doi.org/10.1038/nrn843>.
- [4] Marret S, Vanhulle C, Laquerriere A. Pathophysiology of cerebral palsy. *Handb Clin Neurol* 2013;111:169–76. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52891-9.00016-6>.
- [5] Déficiences et handicaps d’origine périnatale- dépistage et prise en charge. Inserm ISBN 2-85598-839-X n.d.
- [6] MacLennan AH, Thompson SC, Gecz J. Cerebral palsy: Causes, pathways, and the role of genetic variants. *Am J Obstet Gynecol* 2015;213:779–88. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2015.05.034>.
- [7] Gibson CS, MacLennan AH, Goldwater PN, Dekker GA. Antenatal Causes of Cerebral Palsy : to Infection. *Obstet Gynaecol Surv* 2003;58:209–20. <https://doi.org/10.1097/01.OGX.0000055205.21611.6E>.
- [8] Johnston M V., Hagberg H. Sex and the pathogenesis of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2007;49:74–8. <https://doi.org/10.1017/S0012162207000199.x>.
- [9] Glass HC, Bonifacio SL, Chau V, Glidden D, Poskitt K, Barkovich AJ, et al. Recurrent postnatal infections are associated with progressive white matter injury in premature infants. *Pediatrics* 2008;122:299–305. <https://doi.org/10.1542/peds.2007-2184>.
- [10] Hjern A, Thorngren-Jerneck K. Perinatal complications and socio-economic differences in cerebral palsy in Sweden - A national cohort study. *BMC Pediatr* 2008;8:1–7. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-8-49>.
- [11] Cans C, De-la-Cruz J, Mermet MA. Epidemiology of cerebral palsy. *Paediatr Child Health (Oxford)* 2008;18:393–8. <https://doi.org/10.1016/j.paed.2008.05.015>.
- [12] Cans C, Guillem P, Fauconnier J, Rambaud P, Jouk PS. Disabilities and trends over time in a French county, 1980-91. *Arch Dis Child* 2003;88:114–7. <https://doi.org/10.1136/adc.88.2.114>.
- [13] Gmfms- SS. [https://www.physio-pedia.com/Gross\\_Motor\\_Function\\_Measure](https://www.physio-pedia.com/Gross_Motor_Function_Measure) 2011:1–6.
- [14] Altenmüller E, Marco-Pallares J, Münte TF, Schneider S. Neural reorganization underlies improvement in stroke-induced motor dysfunction by music-supported therapy. *Ann N Y Acad Sci* 2009;1169:395–405. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04580.x>.
- [15] Herholz SC, Zatorre RJ. Musical Training as a Framework for Brain Plasticity: Behavior, Function, and Structure. *Neuron* 2012;76:486–502. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.10.011>.
- [16] Särkämö T, Altenmüller E, Rodríguez-Fornells A, Peretz I. Editorial: Music, brain, and rehabilitation: Emerging therapeutic applications and potential neural mechanisms.

- Front Hum Neurosci 2016;10:1–5. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00103>.
- [17] Hiroharu Kamioka, Kiichiro Tsutani MY. Effectiveness of music therapy: a summary of systematic reviews based on randomized controlled trials of music intervention. *GogâTâs. Appl Med Informatics* 2016;38:39–51.
- [18] Arias P, Cudeiro J. Effects of rhythmic sensory stimulation (auditory, visual) on gait in Parkinson's disease patients. *Exp Brain Res* 2008;186:589–601. <https://doi.org/10.1007/s00221-007-1263-y>.
- [19] Chong HJ, Cho S-R, Jeong E, Kim SJ. Finger exercise with keyboard playing in adults with cerebral palsy: A preliminary study. *J Exerc Rehabil* 2013;9:420–5. <https://doi.org/10.12965/jer.130050>.
- [20] Lampe R, Thienel A, Mitternacht J, Blumenstein T, Turova V, Alves-Pinto A. Piano training in youths with hand motor impairments after damage to the developing brain. *Neuropsychiatr Dis Treat* 2015;11:1929–38. <https://doi.org/10.2147/NDT.S84090>.
- [21] Alves-Pinto A, Turova V, Blumenstein T, Thienel A, Wohlschläger A, Lampe R. FMRI assessment of neuroplasticity in youths with neurodevelopmental-associated motor disorders after piano training. *Eur J Paediatr Neurol* 2015;19:15–28. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2014.09.002>.
- [22] Bringas ML, Zaldivar M, Rojas PA, Martinez-Montes K, Chongo DM, Ortega MA, et al. Effectiveness of music therapy as an aid to neurorestoration of children with severe neurological disorders. *Front Neurosci* 2015;9. <https://doi.org/10.3389/fnins.2015.00427>.
- [23] Orita M, Hayashida N, Shinkawa T, Kudo T, Koga M, Togo M, et al. Monitoring the autonomic nervous activity as the objective evaluation of music therapy for severely and multiply disabled children. *Tohoku J Exp Med* 2012;227:185–9. <https://doi.org/10.1620/tjem.227.185>.
- [24] Thaut MH, Volker H. *Handbook of neurologic music therapy*. 2014.
- [25] Alves-Pinto A, Turova V, Blumenstein T, Lampe R. The Case for Musical Instrument Training in Cerebral Palsy for Neurorehabilitation. *Neural Plast* 2016;2016. <https://doi.org/10.1155/2016/1072301>.
- [26] Malt MA, Aarli Å, Bogen B, Fevang JM. Correlation between the Gait Deviation Index and gross motor function (GMFCS level) in children with cerebral palsy. *J Child Orthop* 2016;10:261–6. <https://doi.org/10.1007/s11832-016-0738-4>.
- [27] Roberts M, Mongeon D, Prince F. Biomechanical parameters for gait analysis: a systematic review of healthy human gait. *Phys Ther Rehabil* 2017;4:6. <https://doi.org/10.7243/2055-2386-4-6>.
- [28] Avery LM, Russell DJ, Rosenbaum PL. Criterion validity of the GMFM-66 item set and the GMFM-66 basal and ceiling approaches for estimating GMFM-66 scores. *Dev Med Child Neurol* 2013;55:534–8. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12120>.
- [29] Wei S, Wang SJ, Liao YG, Hong Y, Xu XJ, Shao XM. Reliability and validity of the GMFM-66 in 0- to 3-year-old children with cerebral palsy. *Am J Phys Med Rehabil* 2006;85:141–7. <https://doi.org/10.1097/01.phm.0000197585.68302.25>.

- [30] Lundkvist Josenby A, Jarnlo G-B, Gummesson C, Nordmark E. Longitudinal Construct Validity of the GMFM-88 Total Score and Goal Total Score and the GMFM-66 Score in a 5-Year Follow-up Study. *Phys Ther* 2009;89:342–50. <https://doi.org/10.2522/ptj.20080037>.
- [31] Brunton LK, Bartlett DJ. Validity and Reliability of Two Abbreviated Versions of the Gross Motor Function Measure. *Phys Ther* 2011;91:577–88. <https://doi.org/10.2522/ptj.20100279>.
- [32] Tilton AH. Injectable neuromuscular blockade in the treatment of spasticity and movement disorders. *J Child Neurol* 2003;18:50–67. <https://doi.org/10.1177/0883073803018001s0701>.
- [33] Østensjø S, Carlberg EB, Vøllestad NK. Everyday functioning in young children with cerebral palsy: Functional skills, caregiver assistance, and modifications of the environment. *Dev Med Child Neurol* 2003;45:603–12. <https://doi.org/10.1017/S0012162203001105>.
- [34] McCarthy ML, Silberstein CE, Atkins EA, Harryman SE, Sponseller PD, Hadley-Miller NA. Comparing reliability and validity of pediatric instruments for measuring health and well-being of children with spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2002;44:468–76. <https://doi.org/10.1017/S0012162201002377>.
- [35] Pountney TE, Cheek L, Green E, Mulcahy C, Nelham R. Content and criterion validation of the Chailey Levels of Ability. *Physiotherapy* 1999;85:410–6. [https://doi.org/10.1016/S0031-9406\(05\)65499-5](https://doi.org/10.1016/S0031-9406(05)65499-5).
- [36] Duymaz T. Duymaz T. The effects of music therapy on gross motor functions, pain and level of functional independence in children with cerebral palsy. *Ann Clin Anal Med* 2020;11(2):115-119. *Ann Clin Anal Med* 2020;11:115–9. <https://doi.org/10.4328/acam.6171>.
- [37] Wang TH, Peng YC, Chen YL, Lu TW, Liao HF, Tang PF, et al. A home-based program using patterned sensory enhancement improves resistance exercise effects for children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2013;27:684–94. <https://doi.org/10.1177/1545968313491001>.
- [38] Kim SJ, Kwak EE, Park ES, Cho SR. Differential effects of rhythmic auditory stimulation and neurodevelopmental treatment/Bobath on gait patterns in adults with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2012;26:904–14. <https://doi.org/10.1177/0269215511434648>.
- [39] Jiang A. The Effect of Rhythmic Auditory Stimulation on Gait in Young Children with Spastic Cerebral Palsy [master thesis]. Univ Miami 2013.
- [40] Marrades-Caballero E, Santonja-Medina CS, Sanz-Mengibar JM, Santonja-Medina F. Neurologic music therapy in upper-limb rehabilitation in children with severe bilateral cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* 2018;54:866–72. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.18.04996-1>.
- [41] HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ. Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique. *Etat Des Lieux* 2013:192.

## Table des légendes

<i>Figure 1 : Facteurs de causalité de la paralysie cérébrale entre la 20ème semaine de gestation et la période néonatale [4]</i>	3
<i>Figure 2 : Grille d'évaluation PEDro.</i>	21
<i>Figure 3 : Diagramme de flux</i>	23

## Table des Tableaux

<i>Tableau 1 : Medical Subject Headings (MeSH terms) et synonymes terme par terme</i>	17
<i>Tableau 2 : Équations de recherche sur PubMed selon le modèle PICO.</i>	18
<i>Tableau 3 : Équations de recherche sur PEDro selon le modèle PICO.</i>	18
<i>Tableau 4 : Équations de recherche sur Cochrane Library selon le modèle PICO.</i>	18
<i>Tableau 5 : Études exclues et motif d'exclusion.</i>	24
<i>Tableau 6 : Liste des études incluses.</i>	25
<i>Tableau 7: Caractéristiques de l'étude Duymaz 2020 [36].</i>	26
<i>Tableau 8 : Caractéristique de l'étude Wang 2013 [37].</i>	27
<i>Tableau 9 : Caractéristiques de l'étude Kim 2012 [38].</i>	28
<i>Tableau 10 : Caractéristiques de l'étude Jiang 2013 [39].</i>	29
<i>Tableau 11 : Caractéristiques de l'étude Marrades-caballero 2018 [40].</i>	30
<i>Tableau 12 : Score PEDro des 7 articles respectant les critères d'inclusion.</i>	31
<i>Tableau 13 : Grade des recommandations – HAS [41].</i>	44

# ANNEXES

## Annexe 1 :

### GROSS MOTOR FUNCTION MEASURE (GMFM) SCORE SHEET (GMFM-88 and GMFM-66 scoring)

Child's Name:	_____	ID#:	_____			
Assessment Date:	_____	GMFCS Level <sup>1</sup> :				
	year / month / day	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Date of Birth:	_____	I	II	III	IV	V
	year / month / day					
Chronological Age:	_____	Evaluator's Name:	_____			
	year / month / day					
Testing Condition (e.g., room, clothing, time, others present):						

The GMFM is a standardized observational instrument designed and validated to measure change in gross motor function over time in children with cerebral palsy. The scoring key is meant to be a general guideline. However, most of the items have specific descriptors for each score. It is imperative that the guidelines contained in the manual be used for scoring each item.

**SCORING KEY**

- 0 = does not initiate
- 1 = initiates
- 2 = partially completes
- 3 = completes
- 9 (or leave blank) = not tested (NT) [used for the GMAE-2 scoring\*]

**It is important to differentiate a true score of "0" (child does not initiate) from an item which is Not Tested (NT) if you are interested in using the GMFM-66 Ability Estimator (GMAE) Software.**

\*The GMAE-2 software is available for downloading from [www.canchild.ca](http://www.canchild.ca) for those who have purchased the GMFM manual. The GMFM-66 is only valid for use with children who have cerebral palsy.

#### Contact for Research Group:

CanChild Centre for Childhood Disability Research,  
Institute for Applied Health Sciences, McMaster University,  
1400 Main St. W., Room 408,  
Hamilton, ON Canada L8S 1C7  
Email: [canchild@mcmaster.ca](mailto:canchild@mcmaster.ca) Website: [www.canchild.ca](http://www.canchild.ca)



<sup>1</sup>GMFCS level is a rating of severity of motor function. Definitions for the GMFCS-E&R (expanded & revised) are found in Palisano et al. (2008). *Developmental Medicine & Child Neurology*. 50:744-750 and in the GMAE-2 scoring software. <http://motorgrowth.canchild.ca/en/GMFCS/resources/GMFCS-ER.pdf>



Check (3) the appropriate score: if an item is not tested (NT), circle the item number on the right column

Item	A: LYING & ROLLING	SCORE			NT	
1.	SUP, HEAD IN MIDLIN: TURNS HEAD WITH EXTREMITIES SYMMETRICAL .....	0	1	2	3	1.
* 2.	SUP: BRINGS HANDS TO MIDLIN, FINGERS ONE WITH THE OTHER.....	0	1	2	3	2.
3.	SUP: LIFTS HEAD 45° .....	0	1	2	3	3.
4.	SUP: FLEXES R HIP & KNEE THROUGH FULL RANGE.....	0	1	2	3	4.
5.	SUP: FLEXES L HIP & KNEE THROUGH FULL RANGE.....	0	1	2	3	5.
* 6.	SUP: REACHES OUT WITH R ARM, HAND CROSSES MIDLIN TOWARD TOY.....	0	1	2	3	6.
* 7.	SUP: REACHES OUT WITH L ARM, HAND CROSSES MIDLIN TOWARD TOY.....	0	1	2	3	7.
8.	SUP: ROLLS TO PR OVER R SIDE .....	0	1	2	3	8.
9.	SUP: ROLLS TO PR OVER L SIDE.....	0	1	2	3	9.
* 10.	PR: LIFTS HEAD UPRIGHT.....	0	1	2	3	10.
11.	PR ON FOREARMS: LIFTS HEAD UPRIGHT, ELBOWS EXT., CHEST RAISED.....	0	1	2	3	11.
12.	PR ON FOREARMS: WEIGHT ON R FOREARM, FULLY EXTENDS OPPOSITE ARM FORWARD.....	0	1	2	3	12.
13.	PR ON FOREARMS: WEIGHT ON L FOREARM, FULLY EXTENDS OPPOSITE ARM FORWARD .....	0	1	2	3	13.
14.	PR: ROLLS TO SUP OVER R SIDE.....	0	1	2	3	14.
15.	PR: ROLLS TO SUP OVER L SIDE .....	0	1	2	3	15.
16.	PR: PIVOTS TO R 90° USING EXTREMITIES .....	0	1	2	3	16.
17.	PR: PIVOTS TO L 90° USING EXTREMITIES.....	0	1	2	3	17.

TOTAL DIMENSION A

Item	B: SITTING	SCORE			NT	
* 18.	SUP, HANDS GRASPED BY EXAMINER: PULLS SELF TO SITTING WITH HEAD CONTROL.....	0	1	2	3	18.
19.	SUP: ROLLS TO R SIDE, ATTAINS SITTING .....	0	1	2	3	19.
20.	SUP: ROLLS TO L SIDE, ATTAINS SITTING .....	0	1	2	3	20.
* 21.	SIT ON MAT, SUPPORTED AT THORAX BY THERAPIST: LIFTS HEAD UPRIGHT, MAINTAINS 3 SECONDS .....	0	1	2	3	21.
* 22.	SIT ON MAT, SUPPORTED AT THORAX BY THERAPIST: LIFTS HEAD MIDLIN, MAINTAINS 10 SECONDS.....	0	1	2	3	22.
* 23.	SIT ON MAT, ARM(S) PROPPING: MAINTAINS, 5 SECONDS .....	0	1	2	3	23.
* 24.	SIT ON MAT: MAINTAIN, ARMS FREE, 3 SECONDS .....	0	1	2	3	24.
* 25.	SIT ON MAT WITH SMALL TOY IN FRONT: LEANS FORWARD, TOUCHESTOY, RE-ERECTS WITHOUT ARM PROPPING .....	0	1	2	3	25.
* 26.	SIT ON MAT: TOUCHES TOY PLACED 45° BEHIND CHILD'S R SIDE, RETURNS TO START.....	0	1	2	3	26.
* 27.	SIT ON MAT: TOUCHES TOY PLACED 45° BEHIND CHILD'S L SIDE, RETURNS TO START.....	0	1	2	3	27.
28.	R SIDE SIT: MAINTAINS, ARMS FREE, 5 SECONDS.....	0	1	2	3	28.
29.	L SIDE SIT: MAINTAINS, ARMS FREE, 5 SECONDS .....	0	1	2	3	29.
* 30.	SIT ON MAT: LOWERS TO PR WITH CONTROL .....	0	1	2	3	30.
* 31.	SIT ON MAT WITH FEET IN FRONT: ATTAINS 4 POINT OVER R SIDE.....	0	1	2	3	31.
* 32.	SIT ON MAT WITH FEET IN FRONT: ATTAINS 4 POINT OVER L SIDE.....	0	1	2	3	32.
33.	SIT ON MAT: PIVOTS 90°, WITHOUT ARMS ASSISTING .....	0	1	2	3	33.
* 34.	SIT ON BENCH: MAINTAINS, ARMS AND FEET FREE, 10 SECONDS.....	0	1	2	3	34.
* 35.	STD: ATTAINS SIT ON SMALL BENCH .....	0	1	2	3	35.
* 36.	ON THE FLOOR: ATTAINS SIT ON SMALL BENCH .....	0	1	2	3	36.
* 37.	ON THE FLOOR: ATTAINS SIT ON LARGE BENCH .....	0	1	2	3	37.

TOTAL DIMENSION B

Item	C: CRAWLING & KNEELING	SCORE				NT
38.	PR: CREEPS FORWARD 1.8m (6') .....	0	1	2	3	38.
* 39.	4 POINT: MAINTAINS, WEIGHT ON HANDS AND KNEES, 10 SECONDS .....	0	1	2	3	39.
* 40.	4 POINT: ATTAINS SIT ARMS FREE .....	0	1	2	3	40.
* 41.	PR: ATTAINS 4 POINT, WEIGHT ON HANDS AND KNEES .....	0	1	2	3	41.
* 42.	4 POINT: REACHES FORWARD WITH R ARM, HAND ABOVE SHOULDER LEVEL .....	0	1	2	3	42.
* 43.	4 POINT: REACHES FORWARD WITH L ARM, HAND ABOVE SHOULDER LEVEL .....	0	1	2	3	43.
* 44.	4 POINT: CRAWLS OR HITCHES FORWARD 1.8m(6') .....	0	1	2	3	44.
* 45.	4 POINT: CRAWLS RECIPROCALLY FORWARD 1.8m ( 6') .....	0	1	2	3	45.
* 46.	4 POINT: CRAWLS UP 4 STEPS ON HANDS AND KNEES/FEET .....	0	1	2	3	46.
47.	4 POINT: CRAWLS BACKWARDS DOWN 4 STEPS ON HANDS AND KNEES/FEET .....	0	1	2	3	47.
* 48.	SIT ON MAT: ATTAINS HIGH KN USING ARMS, MAINTAINS, ARMS FREE, 10 SECONDS .....	0	1	2	3	48.
49.	HIGH KN: ATTAINS HALF KN ON R KNEE USING ARMS, MAINTAINS, ARMS FREE, 10 SECONDS .....	0	1	2	3	49.
50.	HIGH KN: ATTAINS HALF KN ON L KNEE USING ARMS, MAINTAINS, ARMS FREE, 10 SECONDS .....	0	1	2	3	50.
* 51.	HIGH KN: KN WALKS FORWARD 10 STEPS, ARMS FREE .....	0	1	2	3	51.

TOTAL DIMENSION C

Item	D: STANDING	SCORE				NT
* 52.	ON THE FLOOR: PULLS TO STD AT LARGE BENCH .....	0	1	2	3	52.
* 53.	STD: MAINTAINS, ARMS FREE, 3 SECONDS .....	0	1	2	3	53.
* 54.	STD: HOLDING ON TO LARGE BENCH WITH ONE HAND, LIFTS R FOOT, 3 SECONDS .....	0	1	2	3	54.
* 55.	STD: HOLDING ON TO LARGE BENCH WITH ONE HAND, LIFTS L FOOT, 3 SECONDS .....	0	1	2	3	55.
* 56.	STD: MAINTAINS, ARMS FREE, 20 SECONDS .....	0	1	2	3	56.
* 57.	STD: LIFTS L FOOT, ARMS FREE, 10 SECONDS .....	0	1	2	3	57.
* 58.	STD: LIFTS R FOOT, ARMS FREE, 10 SECONDS .....	0	1	2	3	58.
* 59.	SIT ON SMALL BENCH: ATTAINS STD WITHOUT USING ARMS .....	0	1	2	3	59.
* 60.	HIGH KN: ATTAINS STD THROUGH HALF KN ON R KNEE, WITHOUT USING ARMS .....	0	1	2	3	60.
* 61.	HIGH KN: ATTAINS STD THROUGH HALF KN ON L KNEE, WITHOUT USING ARMS .....	0	1	2	3	61.
* 62.	STD: LOWERS TO SIT ON FLOOR WITH CONTROL, ARMS FREE .....	0	1	2	3	62.
* 63.	STD: ATTAINS SQUAT, ARMS FREE .....	0	1	2	3	63.
* 64.	STD: PICKS UP OBJECT FROM FLOOR, ARMS FREE, RETURNS TO STAND .....	0	1	2	3	64.

TOTAL DIMENSION D

Item	E: WALKING, RUNNING & JUMPING	SCORE				NT
* 65.	STD, 2 HANDS ON LARGE BENCH: CRUISES 5 STEPS TO R .....	0	1	2	3	65.
* 66.	STD, 2 HANDS ON LARGE BENCH: CRUISES 5 STEPS TO L .....	0	1	2	3	66.
* 67.	STD, 2 HANDS HELD: WALKS FORWARD 10 STEPS .....	0	1	2	3	67.
* 68.	STD, 1 HAND HELD: WALKS FORWARD 10 STEPS .....	0	1	2	3	68.
* 69.	STD: WALKS FORWARD 10 STEPS .....	0	1	2	3	69.
* 70.	STD: WALKS FORWARD 10 STEPS, STOPS, TURNS 180°, RETURNS .....	0	1	2	3	70.
* 71.	STD: WALKS BACKWARD 10 STEPS .....	0	1	2	3	71.
* 72.	STD: WALKS FORWARD 10 STEPS, CARRYING A LARGE OBJECT WITH 2 HANDS.....	0	1	2	3	72.
* 73.	STD: WALKS FORWARD 10 CONSECUTIVE STEPS BETWEEN PARALLEL LINES 20cm (8")APART	0	1	2	3	73.
* 74.	STD: WALKS FORWARD 10 CONSECUTIVE STEPS ON A STRAIGHT LINE 2cm (3/4") WIDE .....	0	1	2	3	74.
* 75.	STD: STEPS OVER STICK AT KNEE LEVEL, R FOOT LEADING .....	0	1	2	3	75.
* 76.	STD: STEPS OVER STICK AT KNEE LEVEL, L FOOT LEADING .....	0	1	2	3	76.
* 77.	STD: RUNS 4.5m (15'), STOPS & RETURNS.....	0	1	2	3	77.
* 78.	STD: KICKS BALL WITH R FOOT .....	0	1	2	3	78.
* 79.	STD: KICKS BALL WITH L FOOT.....	0	1	2	3	79.
* 80.	STD: JUMPS 30cm (12") HIGH, BOTH FEET SIMULTANEOUSLY .....	0	1	2	3	80.
* 81.	STD: JUMPS FORWARD 30 cm (12"), BOTH FEET SIMULTANEOUSLY .....	0	1	2	3	81.
* 82.	STD ON R FOOT: HOPS ON R FOOT 10 TIMES WITHIN A 60cm (24") CIRCLE.....	0	1	2	3	82.
* 83.	STD ON L FOOT: HOPS ON L FOOT 10 TIMES WITHIN A 60cm (24") CIRCLE .....	0	1	2	3	83.
* 84.	STD, HOLDING 1 RAIL: WALKS UP 4 STEPS, HOLDING 1 RAIL, ALTERNATING FEET .....	0	1	2	3	84.
* 85.	STD, HOLDING 1 RAIL: WALKS DOWN 4 STEPS, HOLDING 1 RAIL, ALTERNATING FEET .....	0	1	2	3	85.
* 86.	STD: WALKS UP 4 STEPS, ALTERNATING FEET .....	0	1	2	3	86.
* 87.	STD: WALKS DOWN 4 STEPS, ALTERNATING FEET .....	0	1	2	3	87.
* 88.	STD ON 15cm (6") STEP: JUMPS OFF, BOTH FEET SIMULTANEOUSLY .....	0	1	2	3	88.

TOTAL DIMENSION E

Was this assessment indicative of this child's "regular" performance? YES  NO

COMMENTS:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## GMFM-88 SUMMARY SCORE

DIMENSION	CALCULATION OF DIMENSION % SCORES				GOAL AREA
					(indicated with ✓ check)
A. Lying & Rolling	Total Dimension A 51	=	51	× 100 =	_____ % A. <input type="checkbox"/>
B. Sitting	Total Dimension B 60	=	60	× 100 =	_____ % B. <input type="checkbox"/>
C. Crawling & Kneeling	Total Dimension C 42	=	42	× 100 =	_____ % C. <input type="checkbox"/>
D. Standing	Total Dimension D 39	=	39	× 100 =	_____ % D. <input type="checkbox"/>
E. Walking, Running & Jumping	Total Dimension E 72	=	72	× 100 =	_____ % E. <input type="checkbox"/>
<b>TOTAL SCORE =</b>					
	$\frac{\%A + \%B + \%C + \%D + \%E}{\text{Total \# of Dimensions}}$				
	=	_____	=	_____	= _____ %
		5			
<b>GOAL TOTAL SCORE =</b>					
	$\frac{\text{Sum of \%scores for each dimension identified as a goal area}}{\text{\# of Goal areas}}$				
	=	_____	=	_____	= _____ %

**GMFM-66 Gross Motor Ability Estimator Score <sup>1</sup>**

GMFM-66 Score = \_\_\_\_\_ to \_\_\_\_\_  
95% Confidence Intervals

previous GMFM-66 Score = \_\_\_\_\_ to \_\_\_\_\_  
95% Confidence Intervals

change in GMFM-66 = \_\_\_\_\_

<sup>1</sup> from the Gross Motor Ability Estimator (GMAE-2) Software

### TESTING WITH AIDS/ORTHOSES USING THE GMFM-88

Indicate below with a check (✓) which aid/orthosis was used and what dimension it was first applied. (There may be more than one).

AID	Dimension	_____	Orthosis	Dimension	_____
Rollator/pusher .....	<input type="checkbox"/>	_____	Hip Control .....	<input type="checkbox"/>	_____
Walker .....	<input type="checkbox"/>	_____	Knee Control .....	<input type="checkbox"/>	_____
H Frame crutches .....	<input type="checkbox"/>	_____	Ankle-foot Control .....	<input type="checkbox"/>	_____
Crutches .....	<input type="checkbox"/>	_____	Foot Control .....	<input type="checkbox"/>	_____
Quad Cane .....	<input type="checkbox"/>	_____	Shoes .....	<input type="checkbox"/>	_____
Cane .....	<input type="checkbox"/>	_____	None .....	<input type="checkbox"/>	_____
None .....	<input type="checkbox"/>	_____	Other .....	<input type="checkbox"/>	_____
Other .....	<input type="checkbox"/>	_____	(please specify)		
(please specify)					

### GMFM-88 SUMMARY SCORE USING AIDS/ORTHOSES

DIMENSION	CALCULATION OF DIMENSION % SCORES				GOAL AREA
					<small>(indicated with ✓ check)</small>
F. Lying & Rolling	Total Dimension A	=	_____ × 100 = _____ %	A. <input type="checkbox"/>	
	51		51		
G. Sitting	Total Dimension B	=	_____ × 100 = _____ %	B. <input type="checkbox"/>	
	60		60		
H. Crawling & Kneeling	Total Dimension C	=	_____ × 100 = _____ %	C. <input type="checkbox"/>	
	42		42		
I. Standing	Total Dimension D	=	_____ × 100 = _____ %	D. <input type="checkbox"/>	
	39		39		
J. Walking, Running & Jumping	Total Dimension E	=	_____ × 100 = _____ %	E. <input type="checkbox"/>	
	72		72		
<b>TOTAL SCORE =</b>	$\frac{\%A + \%B + \%C + \%D + \%E}{\text{Total \# of Dimensions}}$				
	=	_____	=	_____ = _____ %	
		5			
<b>GOAL TOTAL SCORE =</b>	$\frac{\text{Sum of \%scores for each dimension identified as a goal area}}{\text{\# of Goal areas}}$				
	=	_____	=	_____ %	

## Résumé

**Contexte** : La rééducation en kinésithérapie dans la paralysie cérébrale est complexe et difficile, l'utilisation de la musique pourrait s'avérer intéressante.

**Objectif** : Analyser l'efficacité de trois techniques de thérapie musicale neurologique dans la prise en charge des patients atteints de paralysie cérébrale. Ces trois techniques sont la Stimulation rythmique auditive (RAS), le renforcement sensoriel schématisé (PSE) et la performance musicale thérapeutique instrumentale (TIMP).

**Méthodologie** : La recherche d'articles sur plusieurs bases de données telles que PubMed, Cochrane et Pedro nous a permis de sélectionner 5 articles grâce à des critères d'inclusion et d'exclusion prédéfinis. Deux études évaluent l'efficacité de la RAS, Deux études celle du PSE et une celle de la TIMP sur une population variable de patients atteints de paralysie cérébrale.

**Résultats** : Une bonne efficacité du PSE sur l'amélioration de la fonction motrice grossière a été mise en évidence. La RAS s'est également révélée utile pour améliorer les paramètres de la marche. L'analyse des données n'a pas montré de résultats concluants sur l'efficacité de la TIMP. Par ailleurs, une étude a permis d'identifier des pistes de réflexion sur les modalités d'application de la RAS.

**Conclusion** : la thérapie musicale neurologique pourrait représenter une thérapie efficace dans la prise en charge des patients atteints de paralysie cérébrale. Le domaine de la recherche pour cette thérapie reste néanmoins très ouvert et de nouvelles perspectives de travail ont été mises en lumière.

**Mots-clés** : Paralysie cérébrale, Thérapie musicale neurologique, Kinésithérapie, RAS, PSE, TIMP.

## Abstract

**Context:** Physiotherapy rehabilitation in cerebral palsy is complex and difficult, the use of music could be of interest.

**Purpose:** To analyze the effectiveness of three neurological music therapy techniques in the management of patients with cerebral palsy. These three techniques are Rhythmic Auditory Stimulation (RAS), Patterned Sensory Enhancement (PSE) and Therapeutic Instrumental Music Performance (TIMP).

**Method:** Searching for articles on several databases such as PubMed, Cochrane and Pedro allowed us to select 5 articles using predefined inclusion and exclusion criteria. Two studies evaluated the efficacy of RAS, two studies evaluated the efficacy of PSE and one study evaluated the efficacy of TIMP, all on a diverse population of patients with cerebral palsy.

**Result:** A good effectiveness of PSE on improving gross motor function was demonstrated. RAS has also proven to be useful in improving gait parameters. Analysis of the data did not show conclusive results on the effectiveness of TIMP. Furthermore, A study has identified possibilities for further investigation on the application of RAS.

**Conclusion:** Neurological music therapy could be an effective treatment in the management and care of patients with cerebral palsy. However, the field of research for this therapy remains very open and new work perspectives have been brought to light.

**Key words:** Cerebral palsy, Neurologic music therapy, Physiotherapy, RAS, PSE, TIMP.