



**HAL**  
open science

# Impact du choix de la méthode de prise en soin du pied bot varus équin sur l'acquisition du développement moteur de l'enfant : proposition de protocole

Chloé Le Roy

## ► To cite this version:

Chloé Le Roy. Impact du choix de la méthode de prise en soin du pied bot varus équin sur l'acquisition du développement moteur de l'enfant : proposition de protocole. Sciences du Vivant [q-bio]. 2022. dumas-03798965

**HAL Id: dumas-03798965**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03798965v1>**

Submitted on 5 Oct 2022

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



**Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie**

22, Avenue Camille Desmoulins

29238 BREST CEDEX 3

Impact du choix de la méthode de prise en  
soin du pied bot varus équin sur  
l'acquisition du développement moteur de  
l'enfant : proposition de protocole

LE ROY Chloé

En vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de Masseur Kinésithérapeute

Promotion 2018-2022

Session Juin 2022

## SOMMAIRE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>CADRE CONCEPTUEL</b> .....	<b>3</b>
<b>II.1.</b>	<b>Le Pied bot varus équin (PBVE)</b> .....	<b>3</b>
II.1.1.	<i>Définition et épidémiologie</i> .....	3
II.1.2.	<i>Anatomopathologie</i> .....	3
II.1.3.	<i>Evolution et prise en charge</i> .....	5
II.1.4.	<i>Diagnostic</i> .....	6
II.1.5.	<i>Degré de sévérité</i> .....	7
II.1.6.	<i>L'information aux parents</i> .....	8
<b>II.2.</b>	<b>Les différentes méthodes de traitement du PBVE</b> .....	<b>9</b>
II.2.1.	<i>La méthode PONSETI</i> .....	9
II.2.2.	<i>La méthode fonctionnelle</i> .....	12
<b>II.3.</b>	<b>Le développement psychomoteur de l'enfant</b> .....	<b>18</b>
II.3.1.	<i>Définition</i> .....	18
II.3.2.	<i>Les repères du développement psychomoteur</i> .....	19
II.3.3.	<i>Les différentes motricités</i> .....	20
II.3.4.	<i>Les éléments d'évaluation du développement moteur</i> .....	22
<b>III.</b>	<b>PROBLÉMATIQUE</b> .....	<b>26</b>
<b>IV.</b>	<b>MÉTHODOLOGIE</b> .....	<b>28</b>
<b>IV.1.</b>	<b>Critères d'éligibilité</b> .....	<b>28</b>
IV.1.1.	<i>Critères d'inclusion et d'exclusion concernant la population</i> .....	28
IV.1.2.	<i>Critères d'inclusion et d'exclusion concernant l'intervention</i> .....	29
IV.1.3.	<i>Critères de comparaison</i> .....	29
IV.1.4.	<i>Critères de jugement</i> .....	30
<b>IV.2.</b>	<b>Stratégie de recherche</b> .....	<b>30</b>
IV.2.1.	<i>Critères d'inclusion et d'exclusion des études</i> .....	30
IV.2.2.	<i>Les bases de données</i> .....	31
IV.2.3.	<i>Mots-clés</i> .....	31
IV.2.4.	<i>Equation de recherche</i> .....	32
<b>IV.3.</b>	<b>Processus de sélection des articles</b> .....	<b>33</b>
<b>IV.4.</b>	<b>Extraction des données</b> .....	<b>33</b>
<b>IV.5.</b>	<b>Evaluation de la qualité méthodologie</b> .....	<b>34</b>
<b>IV.6.</b>	<b>Résultats de la recherche</b> .....	<b>34</b>
IV.6.1.	<i>Caractéristiques des études</i> .....	35
IV.6.2.	<i>Qualité méthodologique</i> .....	35
IV.6.3.	<i>Objectifs des études</i> .....	36
IV.6.4.	<i>Paramètres évalués</i> .....	36
<b>V.</b>	<b>RÉSULTATS</b> .....	<b>37</b>
<b>V.1.</b>	<b>Résultats des études</b> .....	<b>37</b>
<b>V.2.</b>	<b>Protocole de recherche</b> .....	<b>39</b>
V.2.1.	<i>Objectifs et hypothèses</i> .....	39
V.2.2.	<i>Population</i> .....	41
V.2.3.	<i>Matériels et données</i> .....	43
V.2.4.	<i>Protocole</i> .....	47
V.2.4.3.	<i>Critères de jugement</i> .....	51
V.2.4.4.	<i>Traitement des données</i> .....	53

V.2.4.5.	Analyse statistique .....	53
V.2.4.6.	Faisabilité de l'étude.....	54
<b>VI.</b>	<b>DISCUSSION .....</b>	<b>57</b>
<b>VI.1.</b>	<b>Les données de la littérature .....</b>	<b>57</b>
VI.1.1.	<i>Hétérogénéité des protocoles .....</i>	58
VI.1.2.	<i>Impact du choix de la thérapie initiale sur l'acquisition du développement moteur</i>	60
VI.1.3.	<i>Limites de la revue.....</i>	63
<b>VI.2.</b>	<b>Méthode de traitement du PBVE et acquisition de la motricité.....</b>	<b>64</b>
VI.2.1.	<i>Justification des choix.....</i>	64
VI.2.2.	<i>Limites de l'étude.....</i>	66
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>69</b>
<b>VIII.</b>	<b>RÉFÉRENCES .....</b>	<b>71</b>
<b>IX.</b>	<b>ANNEXES .....</b>	<b>I</b>

## Remerciements

*Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont permis à ce travail de fin d'étude de voir le jour :*

*Mathilde THIERY, ma directrice de mémoire, pour son intérêt, son investissement, le temps qu'elle a consacré à ce mémoire ainsi que sa disponibilité et ses précieux conseils.*

*Ronan LESTIDEAU, mon formateur référent, pour son suivi et ses conseils au cours de ces deux dernières années.*

*L'ensemble de l'équipe pédagogique de l'IFMK de BREST, pour leur suivi et leurs enseignements tout au long de ma formation.*

*Anaïs OGUER, masseur-kinésithérapeute et tutrice de stage, pour sa relecture et ses conseils.*

*Rodolphe BAILLY, masseur-kinésithérapeute, pour son suivi, ses relectures, ses conseils et sa disponibilité.*

*Ma famille et mes amis, pour leur soutien et leurs encouragements tout au long de mes études.*

*Quentin KEREBEL, pour son soutien et son aide si précieuse pendant ces 4 dernières années.*

*Mes différents tuteurs de stage, pour leur accompagnement et leur contribution à améliorer ma formation.*

*Et enfin l'ensemble de la promotion 2018-2022 et plus particulièrement les « KDS », pour leur joie de vivre, les bons moments et les souvenirs si précieux.*

## **I. INTRODUCTION**

Ce mémoire d'initiation à la recherche en masso-kinésithérapie (MIRMK) a pour but de s'intéresser à un sujet de pédiatrie abordé au cours de notre cursus de formation : la prise en charge du pied bot varus équin (PBVE).

À la naissance, différentes anomalies de positionnement du pied chez le nourrisson sont possibles. La différence entre une malposition et une malformation est primordiale. Une malposition résulte généralement d'une déformation liée à des contraintes intra-utérines imposées au pied lors du troisième trimestre de grossesse. Elles sont fréquentes, bénignes et généralement réductibles. Elles regroupent le métatarsus adductus, le pied talus, le pied supinatus et le pied talus valgus. A l'inverse, une malformation touche l'ensemble des structures du pied (os, muscles, vaisseaux, nerfs). Elles apparaissent dès le premier trimestre de la grossesse et le pied bot varus équin reste la plus rencontrée.

Le PBVE est une déformation fréquente, très rencontrée en orthopédie pédiatrique (1). Il s'agit d'une malformation congénitale qui se caractérise par une anomalie du développement du pied qui survient pendant la période fœtale (2). Bilatérale une fois sur deux, l'anomalie touche un à deux enfants pour mille naissances soit 800 PBVE par an en France et il est reconnu que les garçons, dans 70% des cas, sont plus touchés que les filles (3,4). Dans le monde, on dénombre plus de 100 000 cas par an, dont 80% dans les pays en voie de développement (2).

Lors de la prise en charge du PBVE, la principale inquiétude des parents concerne l'acquisition de la marche et d'une manière plus globale, celle du développement moteur. Par définition, le développement psychomoteur représente un ensemble d'acquisitions motrices, cognitives et sociales (5). Au fil des décennies, il fut l'objet de nombreux travaux d'auteurs qui ont tenté de décrire son évolution, ses étapes ainsi que les moyens de l'évaluer et de le stimuler.

Cette inquiétude des parents fait émerger une première interrogation : qu'en est-il de l'acquisition des étapes motrices du développement moteur dans le cadre d'une malformation tel que le pied bot varus équin ?

Il est clair, au travers de multiples études, que l'absence de traitement du PBVE entraîne des complications orthopédiques venant perturber le développement moteur, en particulier la marche (2). C'est pourquoi il s'agit d'un motif de consultation assez fréquent en chirurgie orthopédique pédiatrique. De nombreux articles et auteurs s'accordent sur un point : le PBVE doit être diagnostiqué en anténatal et doit être pris en charge immédiatement après la naissance. Nous y reviendrons dans la prochaine partie.

Selon les recommandations publiées par l'ANAES en 2004 (6) concernant le dépistage et la prise en charge précoce des malpositions et malformations des pieds, deux démarches sont possibles pour le traitement du PBVE :

- La méthode Ponseti : méthode par plâtres successifs changés chaque semaine, suivi d'une ténotomie percutanée du tendon d'Achille puis d'une attelle de dérotation pour maintenir la correction (Ponseti 1996)
- La méthode fonctionnelle : manipulation et stimulation quotidienne du pied pour obtenir une correction qui sera maintenu par des bandages et attelles (Masse 1977)

Selon l'ANAES, aucune de ces méthodes n'a fait preuve de sa supériorité. Cependant, même si l'objectif d'obtenir un pied avec la fonction la plus normale possible est commun, les moyens pour y parvenir différent et nous poussent à nous poser la question suivante :

Quelle est la place du choix de la méthode sur l'acquisition des étapes du développement moteur dans le cadre de la prise en soin du PBVE chez le nourrisson ?

C'est pourquoi, ce mémoire d'initiation à la recherche aura pour but de faire un état des lieux de la relation entre la méthode de traitement choisie et l'acquisition du développement moteur de l'enfant.

## **II. CADRE CONCEPTUEL**

### **II.1. Le Pied bot varus équin (PBVE)**

#### *II.1.1. Définition et épidémiologie*

Selon la Haute Autorité de Santé (HAS), le PBVE est défini comme étant une « *déformation tridimensionnelle en inversion, associant un équin et un varus de l'arrière-pied, une adduction de l'articulation sous-talienne et du médio-tarse* » (6).

La déformation est présente dès la naissance. Le PBVE est idiopathique dans 90% des cas, même si parfois, il peut être secondaire à une pathologie (7). Dans le cas où elle est idiopathique, de nombreuses hypothèses étiologiques ont déjà pu être avancées mais sans conclusion. Aujourd'hui, l'origine est encore considérée comme étant multifactorielle (8,9). Le diagnostic par échographie anténatale a notamment permis d'exclure la théorie posturale qui a longtemps pu expliquer la présence du PBVE (9).

#### *II.1.2. Anatomopathologie*

Le point de départ de cette malformation est antéro-interne. La déviation débute par une subluxation en dedans et en haut du naviculaire qui se place sur la partie supéro-interne du col du talus. Cela entraîne le cuboïde en dedans et en bas. En conséquence, la partie antérieure du calcanéum est déviée en dedans et en bas. Avec l'ensemble de ces déviations, la tête du talus se retrouve découverte et ce dernier est subluxé en avant et en bas c'est-à-dire en équin.

Cette déformation est tridimensionnelle et associe quatre grandes déformations principales (2,4):

- Un **équin de l'arrière pied** : L'arrière-pied est dirigé vers le bas dans le plan sagittal. Elle correspond à l'angle entre l'axe du segment jambier et le bord médial du pied.
- Un **varus de l'arrière-pied** : Le talon du pied bascule vers l'intérieur dans le plan frontal. Elle correspond à l'angle entre l'axe du segment jambier et la grosse tubérosité du calcanéum.
- Un **varus de l'avant pied (adduction + supination)** : la partie antérieure du pied se tourne vers l'intérieur dans le plan horizontal. La déformation concerne

l'articulation de Lisfranc. Elle correspond à l'angle entre l'axe du calcaneum et l'axe des metatarsiens. En association à cette adduction, la plante du pied réalise une supination

- Une **adduction du bloc calcaneéo-pédieux**

Plusieurs éléments expliquent ces déformations. On retrouve une association de déformations osseuses, des défauts de forme et d'orientation des surfaces articulaires, mais aussi des attitudes vicieuses des différentes articulations du pied. L'ensemble est fixé par des rétractions des parties molles (4,10).

#### II.1.2.1. Déformations osseuses

Pendant la 8<sup>ème</sup> semaine d'aménorrhée, des déformations osseuses apparaissent. Elles concernent le talus, le calcaneus et le naviculaire (10).

#### II.1.2.2. Attitude vicieuses articulaires

Trois défauts anatomo-pathologiques représentent ces attitudes vicieuses (10–12).

Dans un premier temps on retrouve un équin de l'articulation tibio-tarsienne mais aussi de l'articulation sous-talienne postérieure (flexion plantaire dans le plan sagittal). Autrement dit, le talus se positionne en équin par rapport à la mortaise tibio-fibulaire et le calcaneum se positionne en équin sous le talus (diminution de la divergence talo-calcaneenne).

Ensuite, deux types de supination peuvent être observés : la supination de l'arrière-pied (calcaneenne) associée à l'adduction du BCP et la supination de l'avant-pied induite par la position en adduction-supination du BCP.

Finalement, on observe une adduction à la fois du BCP (rapprochement entre le naviculaire et la malléole tibiale) et de l'articulation médio-tarsienne (rendant le bord externe du pied convexe).

En résumé, on retrouve trois attitudes vicieuses principales dans le PBVE : l'équinisme tibio-tarsien, l'adduction du BCP et l'adduction médio-tarsienne.

### II.1.2.3. Rétraction des parties molles

Ces attitudes vicieuses décrites précédemment sont verrouillées par la rétraction des parties molles. Les structures fibro-ligamentaires se rétractent et s'accolent aux plans osseux pour former des nœuds fibreux :

- Le nœud fibreux antéro-interne (NFAI) verrouille l'adduction du BCP et l'adduction médio-tarsienne
- Le nœud fibreux postéro-interne (NFPE) verrouille l'équin talo-crural et l'adduction du BCP
- Le nœud fibreux antéro-externe (NFAE) verrouille l'adduction du BCP

Les structures musculaires sont perturbées. On retrouve une amyotrophie jambière avec un déséquilibre musculaire : le triceps sural, le tibial postérieur et le tibial antérieur sont rétractés tandis que les muscles fibulaires sont détendus et inefficaces.

La radiographie du PBVE montre un parallélisme anormal des axes du calcanéum et du talus. On peut voir un talus en flexion plantaire et plus particulièrement, le col du talus qui est dirigé vers le dedans et le bas. Le calcanéum est en inversion et adduction sous le talus.

### *II.1.3. Evolution et prise en charge*

En l'absence de traitement, la déformation du pied s'accroît et le PBVE se fixe. Cela entraîne des problèmes de chaussage (utilisation de chaussures orthopédiques) mais aussi et surtout des difficultés à la marche. L'enfant marche sans appui du talon et sur le dos du pied ou sur le bord externe. Les douleurs mécaniques apparaissent rapidement. A terme, il favorise l'arthrose précoce (2).

C'est pour cela que la prise en charge doit se faire précocement, en temps normal dès la naissance pour obtenir des résultats concluants. Dans le cas d'un traitement tardif, il devient plus difficile de corriger la déformation (7).

#### *II.1.4. Diagnostic*

Dans 46% des cas, le diagnostic se fait en anténatal, au cours du deuxième trimestre de grossesse, par la réalisation d'une échographie. Cette pratique n'informe pas sur le degré de sévérité du PBVE mais donne l'avantage de rencontrer les parents en consultation anténatale afin d'expliquer la pathologie, le traitement, mais aussi de rassurer les parents concernant le pronostic fonctionnel (1,11,13). Cette rencontre anténatale reste la meilleure option pour préparer et faciliter la prise en charge.

Cependant, on ne peut être sûr du diagnostic tant qu'un examen clinique rigoureux et méthodique n'est pas réalisé à la naissance, avant la sortie de la maternité. Cet examen, réalisé par le chirurgien orthopédique, permettra de déterminer trois choses (2,7,9,11) :

- Un **diagnostic positif** : Il faut constater une déformation et une raideur du pied dans les différentes positions vues précédemment afin de confirmer la présence d'une pathologie du pied.
- Un **diagnostic étiologique et différentiel** : S'assurer du caractère idiopathique, ou au contraire secondaire, du PBVE par l'intermédiaire d'un examen clinique et d'investigations paracliniques (échographie médullaire, radiographie du rachis). Il s'agit également d'élaborer un diagnostic différentiel (pied varus, métatarsus adductus, pied convexe, pied talus)
- Un **diagnostic de gravité** : Les radiographies initiales sont peu informatives du fait du caractère cartilagineux du pied à la naissance mais peuvent, par la suite, être tout de même utiles pour suivre l'évolution vers le 3<sup>ème</sup> mois. Afin d'apprécier ce degré de gravité, des classifications existent (Voir ci-dessous).

Il permet aussi d'évaluer le PBVE sur le plan cutané, articulaire et musculaire. Ce diagnostic postnatal permettra d'orienter le mieux possible le nouveau-né et sa famille vers une équipe spécialisée pour une prise en charge précoce.

### II.1.5. Degré de sévérité

Le score de Diméglio est la classification recommandée par l'HAS dans la pratique clinique pour la détermination du degré de sévérité du PBVE (**Annexe I**). Elle a été validée et reconnue comme sensible et reproductible. Elle reste aujourd'hui, l'outil d'évaluation le plus communément utilisé (4,6,14,15).

Cette classification nécessite peu de matériel (goniomètre classique pour les amplitudes). Le temps nécessaire pour l'évaluation est de 5 minutes par pied. Elle est utilisée de la naissance à six mois et évalue la réductibilité passive des différentes déformations :

- L'**adduction de l'avant-pied** par rapport à l'arrière pied dans le plan horizontal (angle entre l'axe du calcanéum et l'axe des métatarsiens)
- La **rotation du BCP** dans le plan horizontal (angle entre la perpendiculaire passant par l'axe bi-malléolaire et le grand axe de l'arrière pied)
- Le **varus de l'arrière pied** dans le plan frontal (angle entre axe du tendon d'Achille et axe du talon)
- L'**équin de l'arrière pied** dans le plan sagittal (angle entre l'axe du tibia et l'axe du talon)

Chacune de ces déformations est cotée de 0 à 4 points en fonction de la réductibilité, ce qui donne un score sur 16 points. La cotation se fait de la manière suivante :

- Déformation comprise entre 90° et 45° : 4 points
- Déformation comprise entre 45° et 20° : 3 points
- Déformation comprise entre 20° et la position neutre : 2 points
- Si en corrigeant on peut dépasser la position neutre et atteindre les 20° : 1 point
- Si en corrigeant on peut obtenir les amplitudes physiologiques ou qu'on dépasse les 20° : 0 point

Elle évalue également quatre autres types d'anomalies, pour lesquelles elle rajoute un point pour leurs présences : le sillon tibio-tarsien postérieur marqué, le sillon médio-tarsien marqué, le caractère fibreux des muscles (répondent mal aux stimulations et se laissant peu distendre) et la raideur articulaire (rétraction capsulo-ligamentaire).

Cela donne un score sur 20 points et classe ainsi le PBVE en quatre grades de sévérité :

- **Grade I** : déformation bénigne. Le score est strictement inférieur à 5 points.
- **Grade II** : déformation modérée. Le score est supérieur ou égal à 5 et strictement inférieur à 10.
- **Grade III** : déformation sévère. Le score est supérieur ou égal à 10 ou strictement inférieur à 15.
- **Grade IV** : déformation très sévère. Le score est supérieur ou égal à 15.

Ce degré de sévérité établi, il permettra aux soignants de déterminer la méthode thérapeutique la plus adéquate au PBVE. Cette classification permet également de faire un suivi de l'évolution du pied. Pour la méthode Ponseti, elle est réalisée avant chaque confection de plâtre.

En complément, il est également important de ne pas oublier l'examen systématique (clinique et échographique) des hanches (9).

#### *II.1.6. L'information aux parents*

Une fois le diagnostic établi et le degré de sévérité évalué, un échange avec les parents est essentiel afin d'aborder plusieurs aspects. La première chose est de les rassurer et de les faire déculpabiliser concernant le diagnostic et surtout le pronostic fonctionnel de la malformation. Il s'agira dans un second temps de les informer sur la pathologie, la démarche thérapeutique avec ses étapes et sa durée, le recours possible à la chirurgie mais aussi le risque de séquelles.

L'aspect psychologique est primordial. Une vigilance particulière peut être nécessaire concernant l'impact psychologique que peut avoir le diagnostic et la prise en charge chronophage sur les parents. Il est question d'assurer un accompagnement sur le long terme afin d'éviter les prises en charge inachevées (6).

En effet, les parents ont une place importante dans la prise en charge. Leur participation et adhésion au traitement est essentielle afin d'assurer une régularité aux consultations mais aussi une bonne surveillance et un bon investissement dans les méthodes de traitement utilisées.

## II.2. Les différentes méthodes de traitement du PBVE

De nombreux articles et auteurs s'accordent sur un point : le traitement initial du PBVE ne doit pas être chirurgical (1,4,16–20).

En effet, même si auparavant, la prise en charge initiale était classiquement chirurgicale, les complications observées à moyen et long termes après ce type de traitement avec en même temps l'observation de bons résultats des méthodes conservatrices, ont mené à un changement radical de la prise en charge.

Ainsi, les méthodes conservatrices sont devenues le traitement de choix pour le PBVE. Deux techniques se sont développées : la méthode Ponseti (méthode par plâtres successifs) et la méthode fonctionnelle (french method).

Peu importe le choix de la technique, le but du traitement reste le même c'est-à-dire obtenir un pied d'aspect plantigrade, avec une bonne mobilité, indolore et fonctionnel. L'objectif est également commun puisqu'il s'agit de réduire la fréquence et l'étendue de la chirurgie et de diminuer le risque de récurrence (4,17,18,21). Pour une prise en charge optimale, une étroite collaboration entre la famille et l'ensemble des professionnels est fortement recommandée.

### *II.2.1. La méthode PONSETI*

Dans les années 1960, Ignacio Ponseti, chirurgien orthopédiste pédiatre espagnol, met au point, aux Etats Unis, la méthode Ponseti. En 1990, il publie une revue sur les concepts actuels ainsi qu'un manuel permettant de mettre en avant une nouvelle manière de voir sa méthode. Actuellement, il s'agit d'un traitement orthopédique utilisé à travers le monde permettant de limiter la chirurgie libératrice postéro-médiale, extensive, qui enraidit le pied (1,22–24).

Selon Ponseti, le but de sa méthode est de corriger le plus tôt possible (en quelques semaines) les différentes déformations du pied par l'intermédiaire de plâtres cruro-pédiens successifs. Autrement dit, le traitement doit débuter dès les premières semaines de vie afin de profiter au mieux de la souplesse des tissus pour maintenir la correction avant l'acquisition de la marche et la croissance suffisante du pied du nouveau-né. Son traitement se base sur un protocole bien défini et très précis (1,16,22,25).

Les plâtres sont réalisés en plâtre de Paris, sur un enfant détendu, dans une pièce calme, par deux personnes formées à la méthode (une pour maintenir le pied en bonne position, l'autre pour confectionner le plâtre). Auparavant, de brèves manipulations du pied (deux à trois minutes) sont effectuées dans le but d'évaluer la raideur du pied puis de le placer dans la position de correction afin de poser le plâtre.

La correction par le plâtre ne doit pas être forcée. L'utilisation d'une contention allant jusqu'à la cuisse (plâtre cruro-pédieux) semble être indiquée pour favoriser la correction. Ces derniers sont changés toutes les semaines, à raison de cinq plâtres successifs, la phase de réduction par plâtres dure donc généralement entre 5 et 6 semaines. La correction commence par une majoration de la supination de l'avant pied, associée à une correction de l'adduction, permettant ainsi de corriger le creux interne et favoriser la dérotation du BCP. Avec cette première phase de réduction par plâtres correcteurs, toutes les composantes de déformations du PBVE sont corrigées simultanément, à l'exception de l'équin (1,16,22,25).



Figure 1 : Correction des déformations d'un PBVE par la succession de plâtres selon Ponseti. D'après Staheli (2009)

Au retrait du 5<sup>ème</sup> plâtre, cet équin résistant va être corrigé par une ténotomie percutanée du tendon d'Achille. Elle fait partie intégrante du traitement de manière quasi-systématique (95% des cas) et est effectuée sous anesthésie générale, au bloc opératoire. Cette ténotomie est suivie d'une immobilisation plâtrée. Un 6<sup>ème</sup> plâtre est gardé 10 jours puis un 7<sup>ème</sup> et dernier plâtre est encore gardé 10 jours (1,7,16,17,25,26).



Figure 2 : Chirurgie par ténotomie du tendon d'Achille. D'après Staheli (2009)

Enfin, après avoir retiré ce dernier plâtre, le traitement est poursuivi par une immobilisation par une attelle de dérotation (Ponseti utilise l'attelle de Denis Browne), d'abord de manière continue, jour et nuit, pendant les six premiers mois, puis les moments de liberté augmentent progressivement jusqu'à l'âge de la marche. Lorsque l'enfant marche, l'attelle est portée uniquement la nuit, jusqu'à l'âge de 3-4 ans. Cette attelle maintient le pied en abduction et dorsiflexion à 20° en réglant à 60-70° de rotation externe. Elle est dotée de deux chaussures ouvertes et rectilignes, reliées par une barre. Les genoux ne sont pas pris par l'attelle (1,17,22).



Figure 3 : Attelle de Denis-Browne

Après l'acquisition de la marche, les enfants peuvent être chaussés normalement dans la majorité des cas. Des chaussures thérapeutiques peuvent tout de même être mises en place si c'est nécessaire. Cette prise en charge complète assure à la méthode Ponseti, un taux de réussite de 95% (25).

### *II.2.2. La méthode fonctionnelle*

La méthode fonctionnelle, aussi appelée « French Method » dans la littérature anglo-saxonne, fut décrite pour la première fois par Paul Masse et Henri Bensahel dans les années 1960. C'est en 1970, qu'Henri Bensahel s'associe avec Alain Guillaume pour fonder la véritable méthode telle qu'on la connaît aujourd'hui. D'autres comme Alain Diméglio et Raphaël Seringue sont aujourd'hui aussi reconnus comme acteurs de cette méthode. Actuellement, elle est développée par différents centres et existe principalement sous trois formes : la méthode Saint-Vincent-de-Paul, la méthode Robert-Débré et la méthode montpelliéraine (8,16,17,22).

Elle se base sur un objectif bien précis et obéit à des règles strictes. Il s'agit d'une correction rapide, très progressive et graduelle des différentes déformations du pied bot du nouveau-né afin d'éviter sa détérioration. Elle est constituée de manipulations passives manuelles et quotidiennes, réalisées par un kinésithérapeute spécialisé, associées à des mobilisations actives par des stimulations réflexes des muscles de la cheville et du pied et à une immobilisation (maintien de la correction par contention amovible) par bandages adhésifs, plaquettes et attelle de nuit (7,8,17,18). Les séances doivent idéalement être réalisées dans une pièce calme permettant ainsi un relâchement musculaire de l'enfant et une concentration optimale du kinésithérapeute.

Cette méthode se base sur quelques principes essentiels (22):

- La connaissance de l'enfant.
- Le respect de la physiologie articulaire : le kinésithérapeute doit absolument éviter l'hypercorrection.
- La connaissance et le respect du développement psychomoteur du nourrisson : le kinésithérapeute doit respecter la notion de motricité spontanée.
- Le respect de la maquette cartilagineuse avec des mobilisations manuelles en traction.

- Le respect de la non douleur avec des manipulations indolores, sur un nourrisson détendu.

Le traitement commence dès la naissance, pour profiter au maximum de la réductibilité du pied. La méthode se divise en trois grandes phases (18,22) :

- La phase initiale ou de réductibilité : de 0 à 6 semaines
- La phase d'affinage : de 6 semaines à 10 mois
- La phase de pré-appui et d'appui : A partir de 10 mois

La kinésithérapie est au centre de cette méthode, en particulier au cours de la première année. Pendant les trois premiers mois, les séances sont quotidiennes. Elles consistent en une association de mobilisations passives articulaires et de stimulations musculaires visant les muscles éverseurs. Pour cela, le bord latéral du pied et de la jambe est stimulé par le bout des doigts (16,18).

Les mobilisations passives suivent un ordre bien spécifique. Il est primordial de suivre la chronologie des manipulations. L'articulation talo-naviculaire doit être réduite avant la dérotation latérale du bloc calcanéo-pédieux. Ce n'est qu'une fois ces réductions faites que l'équin peut être corrigé (27). Les manœuvres s'effectuent toutes en décoaptation et étirement. Le kinésithérapeute mobilise chaque pied pendant environ 20 minutes. Les gestes doivent être précis, réguliers et bien dosés, en contact permanent avec l'enfant. Le but est que les amplitudes maximales soient obtenues, tout en respectant la douleur. Il s'agit d'une association de six manœuvres à réaliser comme suit (8,22,27) :

Première phase :

- Décoaptation talo-naviculaire (réduction correcte avec une position anatomique du naviculaire sans qu'il ne recouvre la tête du talus)
  - Étirement de la face antéro-médiale du pied (abducteur de l'hallux)
  - Étirement de l'aponévrose plantaire (par massage en regard du premier métatarsien)

### Deuxième phase :

- Correction de l'adduction du médio-pied
- Correction du varus calcanéen

Au cours de cette deuxième phase, la correction axiale du BCP et du talus n'est pas complète (angle talo-calcanéen  $< 20^\circ$ ) donc la dorsiflexion reste impossible.

### Troisième phase :

- Réintégration du talus dans l'ensemble tibio-fibulaire, par poussée postérieure de la colonne naviculo-cunéiforme-1<sup>er</sup> métatarsien
- Dérotation du BCP.

### Quatrième phase :

- Correction de l'équin

Cette dernière phase n'a lieu que lorsque les composantes précédentes ont bien été corrigées. Elle permet, entre autre par étirement du triceps sural, de restaurer la fonction de la cheville

Il est important de préciser que toutes les manœuvres ne se font pas au cours de la première séance mais progressivement en fonction des réductions obtenues.

Par la suite, des stimulations musculaires complètent les manipulations. Ces dernières se basent sur des stimulations tactiles, auditives ou par le jeu, des muscles éverseurs du pied, extenseurs des orteils et fibulaires.

Pendant les trois premiers mois, les séances sont quotidiennes (5 jours par semaine). Entre chaque séance, la correction obtenue est maintenue par une contention souple (strapping) et une plaquette à bord rectiligne en rotation latérale non forcée de la jambe. Cet appareillage essentiel est réalisé par le kinésithérapeute et les parents sont également éduqués à la pose de ces plaquettes. Il s'agit d'une aide au traitement, assurant une contention et non une correction. En aucun cas il ne doit imposer de contraintes sur le pied du bébé, il doit rester hypo correctif. La réalisation s'effectue dans le respect de la douleur et de la protection de la peau (tolérance cutanée), sans contrainte pathogène sur les articulations.

Le montage nécessite 5 bandes de « Strappal » (2 petites, 2 moyennes et 1 grande), une plaquette en plastique et de « l'élastomousse ». La plaquette est placée contre la voûte plantaire englobe la totalité du pied. Puis les bandes fixent le pied à la plaquette tout en corrigeant :

- La première bande moyenne a un rôle anti-supinatrice : elle corrige l'adduction de l'avant pied et aligne les bords interne et externe à la plaquette
- La seconde bande moyenne est anti-adductrice : elle tracte le calcaneus vers le bas et diminue le creux plantaire
- Les deux petites bandes corrigent la position du calcaneus et ont une action anti-supinatrice
- La grande bande a une action de dérotation du BCP

Le montage est complété par du « tensoplast » qui, par sa caractéristique élastique, a un rôle éverseur. La coloration des orteils doit être vérifiée pour s'assurer que le montage n'est pas trop serré. Une fois le montage de la contention réalisé, il ne doit pas être mouillé, enlevé ou modifié par les parents.



Figure 4 : Contention souple réalisée par strapping.

D'après Souchet et al, 2021 (27)

Dans le cas où le bandage est réalisé en hypercorrection, des réactions de défense de la part de l'enfant peuvent se manifester entraînant des déséquilibres musculaires et des modifications des zones cartilagineuses avec un aplatissement du dôme du talus et du rebord antérieur du tibia. On peut également retrouver une majoration des rétractions déjà existantes associées à la création de fausses corrections (rupture de l'articulation médio-tarsienne, rotation de la pince bi malléolaire).

Par la suite, entre 3 mois et l'âge de la marche, le rythme des séances diminue à 3 séances par semaine. Le strapping est complété par une attelle cruro-pédieuse (plâtre semi-rigide) appliquée par le chirurgien orthopédiste ou le kinésithérapeute. Elle accentue la rotation latérale sans forcer la dorsiflexion afin d'augmenter l'angle talo-calcanéen et limiter l'équin (27).



Figure 5 : Attelle cruro-pédieuse. D'après Souchet et al, 2021 (27)

Au moment de l'âge de la marche, et jusqu'à 2 ans, le rythme des séances peut encore être diminué à raison d'une séance par semaine. La continuité du traitement est vraiment essentielle (13,18).

Initialement, la ténotomie percutanée du tendon d'Achille ne fait pas partie de cette méthode. C'est en 1996 qu'elle fut introduite dans la technique de Saint-Vincent-de-Paul afin de réduire la libération postéro-médiale par chirurgie qui entraînait des raideurs du pied. Elle n'est pas systématique, il s'agit d'une procédure complémentaire indiquée lorsque l'équin persiste et qu'on observe une flexion dorsale inférieure à  $10^\circ$  à l'âge de la marche (16,18,22). Cette dernière permet ainsi d'augmenter l'amplitude du mouvement de l'articulation tibio-talienne (27). Seulement 30% des PBVE pris en charge par cette méthode ont recours à la ténotomie.

Jusqu'à l'âge de 3 ans, le rythme des séances passe de 1 à 2 fois par mois en fonction de la mobilité articulaire. En outre, le port d'une attelle cruro-pédieuse nocturne peut être nécessaire si l'angle talo-calcanéen reste insuffisant ( $10^\circ$ - $20^\circ$ ) ou si la rotation médiale persiste. Ces attelles ont une fonction similaire mais tout de même distincte des attelles de Denis-Browne utilisées dans la méthode Ponseti (27).

Finalement, la méthode fonctionnelle inclut également la « chirurgie à la carte » lorsque des déformations résiduelles, visibles à la radiographie, persistent après l'âge de la marche (27). Deux éléments essentiels sont à respecter : l'articulation sous-talienne ne doit jamais être ouverte et le ligament talo-calcaneéen ne doit jamais être coupé. Le respect de ces deux éléments permet d'éviter la sur-correction.

Une fois que l'enfant marche, la phase d'auto-rééducation est mise en place avec l'éducation des parents aux différentes manœuvres et aux exercices actifs. La prise en charge s'adapte en fonction de l'évolution du pied. Le port de skis peut être nécessaire lorsque l'enfant présente un équin résiduel et une rotation interne du membre inférieur. Ils sont portés au cours des séances hebdomadaires. Ces derniers permettent de réguler l'angle du pas, de posturer le pied et d'entraîner un travail actif des rotateurs externes et éverseurs.



Figure 6 : Port de skis lors de la marche.

D'après Souchet et al, 2021 (27)

Pendant cette phase d'entretien, la croissance du pied associée à une lassitude des parents envers le traitement, présente un vrai risque de récurrence.

C'est pourquoi, l'enfant est revu et suivi tous les mois par le kinésithérapeute et tous les trois mois par le chirurgien. Ce traitement dure en moyenne trois ans et l'enfant est surveillé jusqu'à la fin de sa croissance pour prévenir les éventuelles récurrences (18).

## II.3. Le développement psychomoteur de l'enfant

### *II.3.1. Définition*

Le développement psychomoteur est lié à la maturation progressive du système nerveux. C'est un processus que l'on retrouve au cours de la croissance de l'enfant, lui permettant d'obtenir une multitude d'acquisitions et ainsi une autonomie suffisante à l'âge adulte. Ce processus est marqué par des étapes incontournables, suivant ainsi une même séquence chez tous les enfants. Cependant il reste propre à chacun puisque chaque enfant va à son propre rythme pour acquérir les différentes étapes.

De manière plus précise, le développement psychomoteur représente un ensemble d'acquisitions motrices, cognitives et sociales (5).

Au fil des années, plusieurs auteurs tentent de décrire le développement psychomoteur de l'enfant.

Selon Gesell (28), grand représentant du modèle maturationniste au XXème siècle, ces acquisitions sont déterminées et programmées dès la conception. En effet, il affirme que les facteurs endogènes/ génétiques, sont les seuls facteurs responsables du développement et que les facteurs environnementaux n'ont aucune influence. Tout est une question de maturation et d'actualisation du potentiel génétique, même s'il reconnaît l'existence des différences interindividuelles environnementales. Néanmoins, ces dernières sont, selon lui, peu importantes par rapport à la génétique. Ainsi, il existe des fenêtres d'âges d'acquisition génétiquement programmées, étroites pour certaines acquisitions, plus larges pour d'autres.

Parallèlement à l'intervention de Gesell, se développe le modèle interactionniste dont sont issus Piaget, Wallon et Bruner (28). Selon eux, « *les changements observés dans le développement sont le résultat de l'interdépendance entre les facteurs biologiques et les facteurs sociaux ; l'interaction sociale étant le moteur du développement* ».

Ainsi, aujourd'hui il est adéquat de dire qu'il est certain que les facteurs génétiques sont les déterminants du potentiel de développement psychomoteur de l'enfant. Cependant, l'expression de ce dernier est fortement influencée par les interactions environnementales (29).

*« De l'être primitif, réduit à une vie végétative et à quelques réflexes élémentaires qu'est le nouveau-né, jusqu'au grand enfant et à l'adolescent, il existe une longue évolution jalonnée d'acquisitions successives, dont la progression est, comme la croissance, d'autant plus grande que le sujet est jeune. » J. GASSIER.*

Dans cette continuité, Michèle Forestier, dans son ouvrage de 2011 (30), affirme que le développement psychomoteur dépend de plusieurs facteurs :

- La **maturation cérébrale** : cette dernière n'est pas encore terminée à la naissance et va permettre la création de nouveaux circuits nerveux.
- Les **aptitudes personnelles de l'enfant** : à la naissance, le nouveau-né possède un potentiel moteur qui lui est propre.
- Les **expériences motrices** : elles sont propres à chaque individu et à sa relation avec le monde qui l'entoure.
- Les **attitudes des personnes qui entourent l'enfant** : Ces dernières peuvent stimuler ou au contraire freiner le développement de l'enfant

### *II.3.2. Les repères du développement psychomoteur*

D'une manière générale, le développement psychomoteur de l'enfant se divise en quatre domaines qui se développent parallèlement mais à des rythmes différents :

- La motricité globale (développement postural)
- La motricité fine (coordination oculo-manuelle)
- Le langage
- Le développement social/ affectif.

A la naissance, chaque enfant présente ce qu'on appelle la motricité réflexe qui constitue les réflexes archaïques. Ces réflexes archaïques sont de différentes formes (31):

- Le réflexe de **Grasping** : La stimulation de la paume de la main entraîne une flexion des doigts.
- Le réflexe de **succion** : La stimulation des lèvres entraîne un mouvement de succion.
- Le réflexe de **redressement statique** : Le nourrisson a tendance à étendre ses membres inférieurs lorsqu'on applique une pression sur la plante de pieds.

- Le réflexe de **la marche automatique** : La stimulation de la plante des pieds (debout au contact d'une table) entraîne un mouvement des jambes qui rappelle la marche.
- Le réflexe de **Moro** : On observe un écartement brusque des bras suivi d'un rapprochement vers la poitrine, en réaction à un bruit sec.
- Le réflexe des **points cardinaux** : La stimulation de la commissure des lèvres entraîne une rotation de la tête dans le sens de la stimulation.

Ces mouvements sont des mouvements automatiques, involontaires en réponse à des stimuli sensoriels. Ils émergent in-utéro, se développent et sont donc actifs. Puis dans un second temps, avec la maturation du système nerveux, ils s'intègrent et ne sont plus observables, laissant place à la motricité volontaire. Ce processus est le signe d'un développement moteur harmonieux. Il est important de surveiller et d'évaluer l'évolution de cette motricité réflexe afin de connaître le niveau de maturité. En effet, elle doit disparaître entre 1 et 5 mois pour laisser place à la motricité volontaire.

Le développement moteur a pour but final l'acquisition de la marche. Pour cela, différents mouvements et positions seront progressivement acquis dans un ordre théoriquement identique chez tout le monde. Cependant, des différences interindividuelles peuvent être retrouvées dans le rythme (date d'acquisition et durée d'utilisation des différents mouvements).

### *II.3.3. Les différentes motricités*

Il est clair que dans l'acquisition du développement psychomoteur, certaines constantes sont immuables : l'enfant tient assis avant de tenir debout. C'est à partir de cela qu'est introduit la notion « d'aptitudes motrices innées ». Autrement dit, ces acquisitions de la motricité dépendent de potentialités innées. C'est au XXème siècle, que Gesell met en évidence ce qu'il appelle des « stades » ou « niveaux d'âges » c'est à dire des étapes de maturation différentes, par lesquelles un enfant doit obligatoirement passer pour atteindre la marche. Ces stades sont définis comme des repères temporels : Assis sans appui (9 mois), debout (12 mois), marche libre (15 mois), grimper (18 mois), marche sur terrain irrégulier (21 mois).

Se basant sur ces aptitudes innées, Michel Le Métayer, en 1981 (32) décrit les bases de la motricité. Selon lui, elles ne disparaissent pas et forment le potentiel de base nécessaire pour construire la motricité volontaire. Ainsi, différentes fonctions sont décrites comme étant le socle de toute activité motrice :

- Les fonctions posturales antigravitaires (soutien, maintien, redressement, équilibration).
- Les fonctions locomotrices (marche automatique, reptation, retournement).
- Les fonctions cinétiques.

C'est ainsi que sont décrites les aptitudes motrices volontaires c'est-à-dire la capacité de l'enfant à commander une gestuelle volontaire à partir d'un ensemble automatique.

Se basant sur ces acquis, il décrit ce qu'il appelle les niveaux d'évolution motrices (NEM) pour introduire le développement moteur de l'enfant.

Selon lui, les NEM correspondent à « *un enchaînement moteur que suit l'enfant dans son évolution motrice. Ils sont constitués par une succession de redressements, de maintiens, d'enchaînements et de déplacements depuis la position allongée sur le dos jusqu'à la station érigée et la marche* » (32).

Le principe est d'acquérir les fonctions de base vues précédemment. Pour cela, Michel Le Métayer décrit 12 NEM allant progressivement de la position décubitus dorsal, retournement, position à genoux, position assis plage, position chevalier servant pour arriver à la position debout puis la marche.

Par l'intermédiaire de l'expérimentation et la répétition de ces NEM, l'enfant va être capable de générer ses propres apprentissages qu'il pourra conserver toute sa vie. En explorant le milieu extérieur, il est capable de multiplier ces combinaisons d'enchaînements.

Dans son livre, Michèle Forestier (30) reprend les étapes de Michel Le Métayer en précisant qu'elles se répartissent en trois grandes phases successives :

- La phase statique : les positions à plat au sol, jusqu'à 6 mois
- La phase dynamique : les premiers pas, de 5 à 10 mois
- La découverte de la verticalité, après 8 mois

A partir de ces différentes phases, on peut voir s'élaborer les positions (l'enfant s'y sent bien, il se repose), les passages (lui permettant de choisir sa position) et les déplacements (pour aller vers un objectif). Selon elle, chaque étape s'appuie sur la précédente formant ainsi un cheminement logique dont l'apprentissage s'étend sur les deux premières années de vie (30).

Emilie Pikler, pédiatre du XXème siècle, introduit par la suite la notion de motricité libre ou motricité autonome. Selon elle, cette motricité consiste à « *laisser le nourrisson évoluer dans un environnement lui assurant une liberté de mouvement, afin de favoriser son développement moteur et postural en totale autonomie.* » (30).

Le principe repose sur l'idée que l'enfant est acteur de son développement. Dans leur ouvrage, Tourette et Guidetti (33) précise que l'enfant est capable de découvrir seul, selon un ordre programmé d'étapes, les positions et déplacements pouvant le conduire de la position décubitus dorsale à la marche. E.Pikler affirme que leurs capacités globales sont enrichies si on les laisse « se mouvoir en liberté ».

Il est donc important de ne pas entraver son développement en l'exposant et en le contraignant à des postures qu'il n'a pas encore découvertes et qu'il n'est pas encore prêt à adopter. C'est pourquoi, il est important pour l'enfant de bénéficier de trois espaces de vie bien distinct : les aires de soins corporels, d'exercice de son activité, de repos et de sommeil.

Toutefois, l'auteur précise qu'il est important de bien différencier la motricité libre de la motricité abandonnée. Cette dernière représente la non-stimulation de l'enfant lorsqu'il est dans ces différentes aires.

Ainsi, dans leur rapport de 2004 (34) concernant le dépistage et prise en charge des déficiences et handicaps d'origine périnatale, l'Inserm met en évidence les principaux éléments à rechercher en fonction de l'âge de l'enfant, montrant ainsi les principales étapes du développement psychomoteur que l'on retrouve en **Annexe II**.

#### *II.3.4. Les éléments d'évaluation du développement moteur*

L'ensemble des moyens d'évaluation ne se limite pas au développement moteur mais intègre également le langage et la sociabilité puisque les 4 domaines sont interdépendants. Selon Lion et Des Porte (5), il est primordial de dépister les anomalies

de développement tout en prenant bien en compte les variations interindividuelles afin de ne pas inquiéter les parents. Granier et Roussey (35) précisent que chaque évaluateur doit être capable de maîtriser les repères chronologiques simples du développement normal afin de reconnaître, si nécessaire, les signaux d'alerte.

Ainsi, de nombreuses recherches scientifiques ont permis d'établir des « échelles de développement » faisant apparaître l'âge moyen d'acquisition. On note entre autres les échelles suivantes : Brunet-Lézine, Gesell et Denver. Selon Granier et Roussey (35), les échelles les plus couramment utilisées sont l'échelle de Brunet-Lézine et l'échelle de Denver car ce sont des échelles simples et qui prennent en compte les variations interindividuelles. Elles peuvent être réalisées au cours d'une consultation après une courte formation.

### Echelle de Brunet-Lézine

C'est en reprenant les travaux de Gesell, I.Lézine et O.Brunet que l'échelle de Brunet-Lézine voit le jour en 1951. Elle est révisée en 2001 pour devenir le premier « baby-test » utilisé sur les enfants français. Elle concerne les enfants âgés de 2 mois à 2 ans et permet l'évaluation du développement psychomoteur avec 4 domaines (36,37) :

- Moteur ou postural : étude des mouvements en position dorsale, ventrale, assise ou debout
- Coordination oculomotrice : étude de la préhension et du comportement de l'enfant avec les objets
- Langage : compréhension et expression
- Relation sociale : prise de conscience de soi, relation avec autrui, mimiques, adaptation aux situations sociales

L'examineur propose la série concernant l'âge chronologique de l'enfant puis passe aux tranches d'âges inférieures ou supérieures. Par l'observation de 10 items par niveau d'âge de l'enfant, l'évaluateur peut ainsi calculer un âge de développement et un quotient de développement partiel pour chaque domaine afin d'aboutir à un quotient de développement global. Ainsi, le profil obtenu permet de déterminer le niveau de développement actuel de l'enfant. Le temps de passation est estimé entre 40 et 60 minutes en fonction de l'âge. L'échelle est disponible en **Annexe III**.

## Echelle de Denver

Aussi appelée le « Denver Developmental Screening Test » (DDST), elle fut rédigée en 1967 et actualisée en 1992 par Willian Frankenburg (38). En France, la traduction de sa version révisée est réalisée par Tardieu en 1992.

Selon l'association française de pédiatrie ambulatoire (39), l'échelle de Denver est une échelle d'âge, validée en français, qui évalue plusieurs aspects par l'intermédiaire de 105 observations regroupées en 4 catégories : le contact social, la motricité fine, le langage et la motricité globale. Par l'intermédiaire d'une observation standardisée et l'utilisation de matériel éveillant l'enfant, elle évalue les principales acquisitions psychomotrices des enfants âgés de 2 semaines à 6 ans.

Selon l'HAS (36), c'est une échelle plus simple et plus rapide que l'échelle de Brunet-Lézine (temps de passation de 10-20 minutes) permettant tout de même une évaluation fine et complète. L'objectif principal est de repérer un éventuel décalage par rapport à un groupe du même âge. C'est une échelle facile à appliquer et à interpréter. Elle se base plus sur l'observation du professionnel que sur l'observation des parents et permet donc une plus grande objectivité dans le recueil et l'interprétation.

Chaque acquisition est représentée par un rectangle qui peut s'étendre sur plusieurs mois. Ainsi, l'échelle tient compte des variations interindividuelles de chaque enfant. Pour pouvoir lire le tableau, un trait est tiré en regard de l'âge de l'enfant. À partir de là, des rectangles représentent les compétences. Le début du rectangle représente l'âge auquel 25% des enfants réussissent l'épreuve, le tiret montre les 50%, la zone grise les 75% et enfin la fin du rectangle représente les 90% des enfants qui parviennent à réaliser l'épreuve. Les épreuves proposées sont situées à gauche c'est-à-dire celles que 90% des enfants de son âge réussissent. Ainsi, il est possible de savoir si l'enfant présente des acquisitions en rapport avec son âge ou si elles sont décalées. L'échelle est également disponible en **Annexe IV**.

### Autres outils d'évaluation

D'un point de vue international, il existe d'autres échelles comme l'AIMS (Alberta Infant Motor Scale), l'échelle de Bailey ou encore l'échelle PDMS-2 (Peabody Developmental Motor Scale, 2<sup>nd</sup> Edition). Des questionnaires peuvent également venir s'ajouter aux outils d'évaluation se basant plutôt sur des observations parentales que sur celles des soignants (ASQ). Ainsi, plusieurs outils sont utilisables pour repérer un éventuel décalage d'acquisitions par rapport à un groupe du même âge.

En 1997, Heinz Prechtl développe un outil performant, le « Prechtl's Assessment of General Movements » (40). Selon lui, les mouvements généraux (GMs) sont considérés comme des mouvements spontanés typiques apparaissant entre 8 et 10 semaines d'aménorrhée et disparaissant entre 3 et 4 mois. L'apparition de ces mouvements respecte une chronologie bien précise. Ainsi les mouvements dits « Pre-Term » arrivent avec les mouvements « Writhings », apparaissant eux-mêmes avant les mouvements « Fidgeties ». Cette motricité dite spontanée permet d'avoir une idée de l'état fonctionnel du système nerveux. Ainsi, l'évaluation de ces GMs est réalisée par enregistrements vidéos sur un nourrisson en décubitus dorsal, éveillé, calme et sans interaction environnementale. L'évaluateur observe par séquence la qualité, complexité et fluidité des GMs et particulièrement leur absence permettant ainsi de dépister un éventuel trouble neurologique. C'est pourquoi l'évaluation des GMs est plus un outil de dépistage précoce qu'un outil de suivi du développement moteur (41).

### **III. PROBLÉMATIQUE**

Précédemment, nous avons pu voir que la prise en charge, initialement chirurgicale, entraîne des complications observées à moyen et long terme. C'est pour ces raisons qu'elle laisse peu à peu place aux techniques conservatrices, devenues le traitement de choix pour le PBVE.

Leur but est similaire puisqu'il s'agit d'obtenir un pied d'aspect plantigrade, avec une bonne mobilité, indolore et fonctionnel. D'une autre manière, de nombreuses études s'accordent sur le fait que ces techniques ont un point commun puisqu'elles permettent de réduire la fréquence et l'étendue de la chirurgie et de diminuer le risque de récurrence (42–45).

Notre interrogation se tourne alors vers l'acquisition des étapes du développement moteur chez le nourrisson présentant un pied bot varus équin. L'intérêt est de comprendre si un éventuel retard de développement moteur est perçu chez les enfants présentant la pathologie et si cela est dû à la déformation en elle-même ou au traitement utilisé.

Il a été démontré que chez les enfants présentant un PBVE, un léger retard de développement était observé (46,47). Cependant, la manière dont le traitement de la déformation influe sur le développement moteur n'a été que très peu étudié.

Les études montrent, dans un premier temps, que chez les enfants traités par chirurgie, on retrouve des perturbations du développement moteur notamment dans la marche. Ces perturbations sont dues notamment à une raideur de la cheville et de l'articulation sous-talienne, une faiblesse musculaire au niveau de la cheville, accompagnées de douleurs et de déformations résiduelles (48–51). Concernant les méthodes conservatrices, la tendance est moins claire.

Actuellement, la méthode Ponseti reste le gold-standard des techniques conservatrices. D'une part, parce qu'elle est facile d'accès, peu coûteuse, mais aussi parce qu'elle est facile à mettre en place, notamment dans les pays en développement. Lorsque l'on s'interroge sur les recommandations de l'HAS en termes de choix de la méthode, ces dernières montrent qu'il n'existe pas de supériorité d'une de ces techniques par rapport à l'autre par manque d'études prospectives (6). Cependant, de nombreux parents et thérapeutes s'interrogent sur le fait que les contraintes de la méthode Ponseti (plâtres,

attelle d'abduction...) pourraient influencer sur le développement moteur de l'enfant et entraîner un éventuel retard d'acquisition.

De ce fait, l'objectif de ce mémoire est de répondre à la problématique suivante :  
**Quel est l'impact du choix de la méthode de prise en soin du PBVE sur l'acquisition du développement moteur chez l'enfant de 0 à 6 ans ?**

Le travail de recherche mis en place permettra de réfléchir sur les hypothèses de recherche suivantes :

1. Il existe une différence significative dans les acquisitions motrices en fonction du choix de la méthode chez l'enfant de 0 à 6 ans
2. Dans le cadre de ces acquisitions motrices, la méthode fonctionnelle engendre moins de retard que la méthode Ponseti

## **IV. MÉTHODOLOGIE**

L'intérêt de ce travail de recherche est de réaliser un état des lieux concernant le lien entre le choix de la méthode de traitement et le développement de la motricité globale de l'enfant dans la prise en charge du pied bot varus équin.

Afin de répondre le plus justement possible à cette problématique, une revue de littérature systématisée est réalisée. Cette dernière est privilégiée car elle permet de répondre à une problématique en se basant sur un large travail de recherche, de collecte et d'analyse de la littérature existante afin de regrouper les données actuelles sur un sujet bien précis.

La méthode de recherche est basée sur les recommandations de la méthodologie PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) de 2009, afin de limiter les biais et de privilégier la reproductibilité des résultats (52).

### **IV.1. Critères d'éligibilité**

Les critères d'éligibilité sont définis par l'application de la méthode PICO (Population, Intervention, Comparaison, Outcome).

#### *IV.1.1. Critères d'inclusion et d'exclusion concernant la population*

La population sélectionnée comprend les patients présentant un pied bot varus équin idiopathique uni ou bilatéral. Les patients doivent être nés à terme et ne pas avoir plus de 12 semaines (= 90 jours) au début du traitement. Au moment de l'inclusion, ils ne doivent avoir reçu aucun autre traitement antérieur ou extérieur. Enfin, les patients doivent avoir été suivis pendant toute la durée de l'étude.

Le degré de sévérité initial (selon de score initial de Diméglio) n'est pas considéré comme un critère d'inclusion. Il devra tout de même être précisé afin de l'inclure dans les résultats.

Le genre des patients n'est pas considéré comme un critère d'inclusion afin d'obtenir un échantillon de patients le plus large possible.

Sont exclus, les patients présentant un pied bot non idiopathique ou secondaire, une déformation légère (grade I selon le score de Diméglio) ou positionnelle, un problème orthopédique autre que le pied bot ou encore une autre pathologie pouvant expliquer un éventuel retard du développement moteur.

Ceux pris en charge par une autre méthode que la méthode Ponseti ou la méthode fonctionnelle sont également exclus. En effet, les patients ayant eu recours à la chirurgie extensive, ne sont pas inclus dans la recherche.

Les patients présentant un pied bot varus équin récurrent ou négligé sont également exclus de la recherche. Enfin, les patients n'étant pas réguliers dans leurs suivis et non compliant avec la méthode sont également exclus.

#### *IV.1.2. Critères d'inclusion et d'exclusion concernant l'intervention*

Concernant l'intervention, les études doivent inclure une méthode conservatrice, soit la méthode Ponseti, soit la méthode fonctionnelle. Ainsi, une intervention chirurgicale (à l'exception de la ténotomie d'Achille), est considérée comme un critère d'exclusion.

A l'heure actuelle, une variante de la méthode Ponseti émerge, incluant des manipulations quotidiennes associées à l'utilisation des plâtres. Ainsi, le type de méthode Ponseti choisi devra être précisé en fonction des études.

Enfin, aucun traitement antérieur ne doit avoir été réalisé sur le pied bot avant la prise en charge.

#### *IV.1.3. Critères de comparaison*

L'objectif est de déterminer un lien entre la méthode de traitement et l'acquisition des différentes étapes du développement moteur. Une comparaison entre les patients recevant un traitement par la méthode fonctionnelle et ceux recevant un traitement par la méthode Ponseti est donc attendue.

La comparaison supplémentaire avec un groupe ayant subi une intervention chirurgicale ou un groupe témoin n'est pas considérée comme un critère d'exclusion pertinent.

#### *IV.1.4. Critères de jugement*

L'objectif est d'évaluer un éventuel lien entre le choix de la méthode de traitement et l'acquisition de la motricité. Comme vu dans le cadre conceptuel, la finalité de ces deux méthodes de rééducation est principalement de réduire le pied bot varus équin et d'obtenir un pied d'aspect plantigrade, avec une bonne mobilité, indolore et fonctionnel. L'intérêt pour les patients est donc d'obtenir le plus rapidement possible un pied permettant un développement moteur complet et le plus normal possible.

Ainsi, un des critères de jugement principal concerne l'acquisition de la motricité en fonction de l'âge de l'enfant.

### **IV.2. Stratégie de recherche**

#### *IV.2.1. Critères d'inclusion et d'exclusion des études*

Concernant les études sélectionnées, elles doivent être comparatives. En effet, seules celles traitant de la comparaison des deux méthodes conservatrices sont incluses.

Aucune limite de date de publication n'a été incluse afin d'obtenir le plus de références possibles. Dans un souci de compréhension du texte, seules les études rédigées en français ou en anglais sont sélectionnées.

D'autre part, la spécificité du sujet nous impose d'inclure les études sans restriction du type. C'est pourquoi, la non-randomisation ne constitue pas un critère d'exclusion. Tous les types d'études peuvent être sélectionnés (essais cliniques, essais cliniques randomisés, essais contrôlés randomisés, revue de littérature, revue systématique, méta-analyse).

La qualité des études n'est pas considérée comme un critère d'inclusion ou d'exclusion afin de ne pas trop réduire le champ de recherche. Cette approche est recommandée par le Joanna Briggs Institute pour les sujets spécifiques où la quantité d'informations est moins importante. Cependant, cette dernière sera tout de même analysée afin de discuter des biais possibles.

Les études qui comparent les méthodes conservatrices à la chirurgie ne sont pas incluses dans la recherche.

#### *IV.2.2. Les bases de données*

Les études ont été recherchées sur les bases de données PubMed, Pedro et Cochrane. Le sujet de recherche étant très spécifique, PubMed a été considérée comme étant la base de données principale puisque très généraliste sur le type de référence. En tenant compte du sujet de recherche spécifique à la kinésithérapie et la rééducation, les bases de données spécifiques PEDro et Cochrane ont également été interrogées comme bases de données secondaires. Pour ces dernières, des équations de recherche plus large ont été utilisées.

La recherche a été entamée le 28 Septembre 2021 et achevée le 6 Octobre 2021. Grâce à l'outil Zotero, les références bibliographiques ont pu être recueillies et organisées.

#### *IV.2.3. Mots-clés*

Pour commencer, il a fallu déterminer les mots clés en relation avec le sujet et présent dans la problématique. Ces derniers étaient donc : « Pied Bots Varus Equin », « Développement moteur » et « Traitement ». Pour le terme « traitement », les termes « méthode fonctionnelle » et « méthode Ponseti » ont été ajouté.

Pour chaque mot clé, les synonymes et traduction anglaise ont été recherchés pour ainsi construire le contenu de l'équation de recherche. L'important était de repérer les termes anglais et les synonymes couramment utilisés dans la littérature.

Une fois les mots clés identifiés, le thesaurus MeSH (Medical subject Heading) est utilisé pour interroger les bases de données lorsqu'elles l'utilisent. Une recherche des mots clés possédant un descripteur MeSH est effectuée.

Ainsi, pour « Pied bot varus équin », on retrouve par exemple « clubfoot », « clubfeet », « congenital clubfoot », « equinovarus », « talipes equinovarus » et « idiopathic clubfoot ». Les descripteurs MeSH « Clubfoot » et « Congenital Talipes Equinovarus » ont été identifiés.

Deuxièmement pour « méthode fonctionnelle », on identifie « functional method », « conservative method », « French physiotherapy », « French method », « physical therapy ». Ensuite pour « méthode Ponseti », on mentionne « Ponseti » et « Ponseti method ». Il n'existe pas de descripteur MeSH pour ces termes.

Concernant le « développement moteur », on retrouve « motor development », « gross motor development », « gross motor skills », « gross motor function », « gross motor milestones » mais aussi “Walking”, “Walking age”, “Ambulation” et “Gait”. Aucun terme MeSH n'a été trouvé pour le terme « développement moteur » mais le terme « marche » présente le terme MeSH « walking ».

Enfin pour le terme “Traitement”, on identifie “Therapy”, “Therapeutics” et “Treatment”. On retrouve un descripteur MeSH disponible: « therapeutics ».

#### *IV.2.4. Equation de recherche*

Les opérateurs booléens AND, OR et NOT ont été utilisés pour construire les équations de recherche. Lors de la création des équations de recherche les descripteurs MeSH ont été utilisés lorsqu'ils étaient disponibles sur la base de données. Dans le cas contraire, les champs « Title/ Abstract » et « Text Word » ont été utilisés pour rechercher les mots clés.

Après plusieurs tentatives de recherches d'équations, la pauvreté des résultats en associant tous les mots clés a permis de revoir la stratégie de recherche. Ainsi, une recherche plus large associant seulement les mots clés « Pied Bot Varus Equin » et « Développement Moteur », fut réalisée. L'aspect thérapeutique sera utilisé ultérieurement afin d'effectuer la sélection des articles.

Les équations de recherches complètes sur les différentes bases de données ainsi que les résultats sont présentés en **Annexe V**.

#### IV.3. Processus de sélection des articles

La sélection se fait en plusieurs étapes. Dans un premier temps, tous les articles identifiés par les équations de recherche dans les différentes bases de données, sont sélectionnés. Les doublons et triplons, identifiés par le logiciel Zotero sont éliminés.

Une première sélection est réalisée par la lecture des titres et des résumés. Comme dit précédemment, l'aspect « méthode et intervention » décrit dans les critères PICO, n'ayant pas été utilisé dans les équations de recherche, permet à ce niveau de sélection, d'exclure les références ne les mentionnant pas dans le titre ou le résumé. D'une manière plus globale, cette étape de sélection se base sur les critères PICO suivants :

- **P**opulation : Pied Bot Varus Equin idiopathique
- **I**ntervention : Méthode Ponseti
- **C**omparaison : Méthode fonctionnelle
- **O**utcomes: Acquisition des étapes du développement moteur

Les articles présentant des critères précisément différents des miens sont retirés. Ceux pour lesquels ces critères ne sont pas distinctement retrouvés dans les titres sont conservés pour une analyse plus approfondie lors de la lecture des abstracts. Ensuite, les résumés des articles sont comparés aux critères d'éligibilité (inclusion et exclusion) précédemment définis. Les articles non pertinents sont éliminés.

Enfin, une lecture intégrale des articles gardés est réalisée. Ces derniers sont analysés pour déterminer leurs qualités et leurs pertinences vis-à-vis du thème de la revue.

Le diagramme de flux est ensuite réalisé pour résumer les différentes étapes du processus de sélection et ainsi préciser les raisons d'exclusion d'articles.

#### IV.4. Extraction des données

Chaque article sélectionné est lu et analysé afin d'élaborer une fiche de lecture. Pour chaque étude, les informations essentielles suivantes sont extraites :

- Objectifs de l'étude
- Caractéristiques de l'étude : auteurs, année, type d'étude, lieu de publication

- Caractéristiques de la population : Nombre de personnes incluses, âge, sexe, degré de sévérité du PBVE, caractère unilatéral/bilatéral.
- Type d'intervention : Méthode choisie, répartition de la population, l'âge au début du traitement, succès du traitement
- Critères de jugement utilisés, méthode de mesure utilisée, durée de la mesure
- Principaux résultats

Cette étape est primordiale pour s'appropriier chaque article sélectionné et retenir l'essentiel des informations clés rapidement. Pour une question de clarté et de rigueur, l'ensemble de ces données sont répertoriées dans des tableaux récapitulatifs.

#### IV.5. Evaluation de la qualité méthodologie

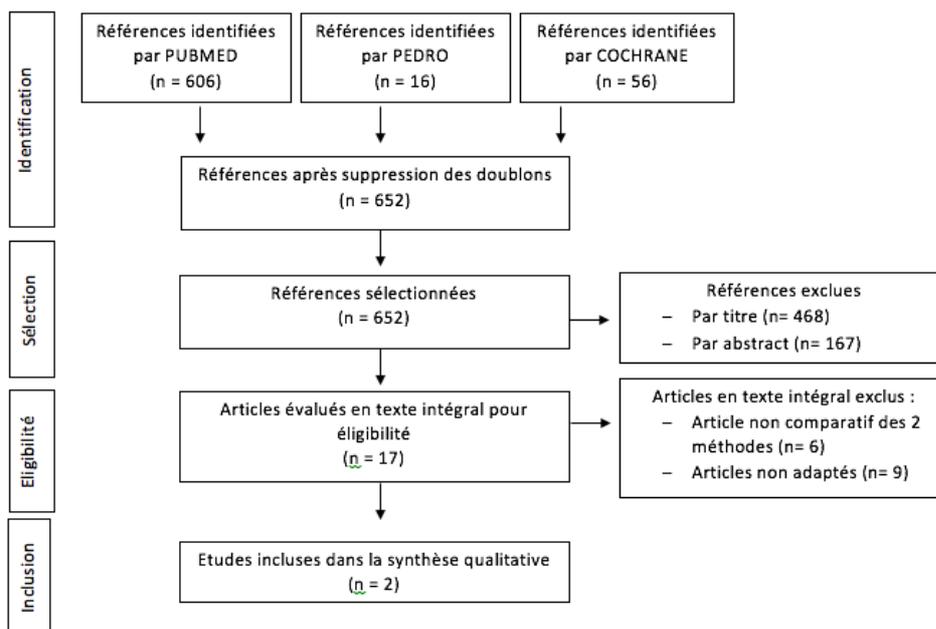
Comme vu précédemment, l'analyse de la qualité des articles n'est pas utilisée comme critère de sélection mais elle reste primordiale pour évaluer les biais divers. Ces articles sont donc soumis à la grille de notation « Checklist for Quasi-Experimental Studies » du Joanna Briggs Institute (53).

La note maximale pour un article est de 9 points, avec pour notation : 1 point pour « yes », 0 point pour « unclear », 0 point pour « no », et 0 point pour « not applicable ». Le manque de documentation concernant la façon d'évaluer les résultats nous pousse à reproduire le système utilisé dans une revue systématique de 2018 (54). Ainsi, l'étude est considérée de haute qualité si plus de 80% des réponses sont « oui », de qualité moyenne si 50% à 79% des réponses sont « oui » et de faible qualité si moins de 50% des réponses sont « oui ».

La grille « Checklist for Quasi-Experimental Studies » du Joanna Briggs Intitute est présentée en **Annexe VI**.

#### IV.6. Résultats de la recherche

Au total, 652 articles sont recueillis après interrogation des bases de données. Suite au processus de sélection, représenté ci-dessous par le diagramme de flux PRISMA, deux articles sont retenus pour cette revue de littérature.



Flowchart du processus de sélection des études (Chloé LE ROY)

Les deux études sélectionnées pour cette revue sont :

- Garcia NL, McMulkin ML, Tompkins BJ, Caskey PM, Mader SL, Baird GO. **Gross motor development in babies with treated idiopathic clubfoot**. *Pediatr Phys Ther Off Publ Sect Pediatr Am Phys Ther Assoc*. Winter 2011 ;23(4) :347-52. (46)
- Zanardi A, Fortini V, Abati CN, Bettuzzi C, Salvatori G, Prato E, et al. **Standing and walking age in children with idiopathic clubfoot : French physiotherapy versus Ponseti method**. *J Child Orthop*. 1 oct 2019 ;13(5) :471-7. (55)

#### IV.6.1. Caractéristiques des études

Les études sélectionnées sont rédigées en anglais et ont été publiées entre 2011 et 2018. Ces deux études sont des études prospectives comparatives. Elles comparent les deux méthodes conservatrices entre elles. Le tableau récapitulatif renseignant sur les caractéristiques de ces études est disponible en **Annexe VII**.

#### IV.6.2. Qualité méthodologique

Comme vu précédemment, la qualité méthodologique des études a été évaluée par la grille de notation « Checklist for Quasi-Experimental Studies » du Joanna Briggs

Institute. Après analyse, les deux études ont présenté une qualité faible (Zanardi et al) à moyenne (Garcia et al) avec une moyenne de 4,5 points. Le tableau récapitulatif est disponible en **Annexe VIII**.

<b>Etudes :</b>	<b>Score :</b>
<b>Garcia et al.</b>	6/9
<b>Zanardi et al</b>	3/9

#### IV.6.3. Objectifs des études

Les deux études retenues pour analyse poursuivent un objectif commun : évaluer l'âge d'acquisition des étapes du développement moteur en comparant les deux méthodes de traitement conservateur.

#### IV.6.4. Paramètres évalués

Avec cet objectif commun, les deux études s'intéressent à analyser un même paramètre : l'âge auquel les enfants atteignent différentes étapes de motricité.

Cependant, le nombre d'étapes que les auteurs choisissent d'étudier est différent. Alors que Zanardi et al (55) ne mesurent que trois étapes du développement moteur (passage assis-debout, cabotage, marche indépendante), Garcia et al (46) se concentrent sur six étapes retrouvées dans l'échelle de mesure AIMS : retournement dos-ventre, retournement ventre-dos, assis seul pendant 10 secondes, ramper, assis-debout, marcher.

Les deux études analysent également l'influence de certains facteurs sur l'âge d'acquisition des différentes étapes.

L'étude de Zanardi et al (55) évalue l'effet de certaines caractéristiques sur la réalisation des étapes : l'âge au début du traitement, le sexe, la sévérité selon le score de Diméglio, la latéralité et le besoin de ténotomie.

D'une autre façon, Garcia et al (46) étudient la corrélation entre la sévérité du PBVE selon le score de Diméglio et le score AIMS à 9 mois uniquement. La comparaison n'a pas été réitérée sur d'autres tranches d'âge par manque de corrélations significatives.

D'autre part, l'effet de la latéralité sur le score AIMS aux différents âges a également pu être observé.

## V. RÉSULTATS

### V.1. Résultats des études

L'une comme l'autre s'intéressent à l'âge auquel les enfants acquièrent les différentes étapes du développement moteur. Cependant, outre le fait que ces deux études présentent un objectif commun, leurs protocoles varient sur certains points.

Dans chaque étude, deux groupes d'enfants sont étudiés : un groupe traité selon la méthode Ponseti et un autre groupe traité selon la méthode fonctionnelle. Toutefois, dans l'étude de Zanardi et al (55), ces deux groupes sont comparés à des données rapportées de la littérature (concernant des enfants atteints de PBVE (46,47,56) et des enfants sains (57,58)). Parallèlement à ça, Garcia et al (46) comparent ces deux groupes à un groupe contrôle d'enfants au développement typique inclus dans l'étude.

En outre, les paramètres évalués, vus précédemment, diffèrent d'une étude à l'autre. Lorsque Zanardi et al (55) ne mesurent que trois étapes du développement moteur, Garcia et al (46) en mesurent six.

Enfin, les moyens de mesure sont également variables entre les deux études. Pour l'une (55) l'association de deux observations: quotidiennement par les parents, à domicile, avec celle du kinésithérapeute lors des visites de contrôle dans un environnement clinique contrôlé ; pour l'autre (46), l'association du score AIMS (Alberta Infant Motor Scale) mesuré par un kinésithérapeute dans un environnement clinique contrôlé avec l'observation quotidienne des parents à domicile.

La synthèse des résultats de cette revue de littérature, **disponible en Annexe IX**, est la suivante :

#### Patients avec pied bot varus équien VS patients sains

Les deux études s'accordent sur un point : la présence de PBVE chez les enfants entraîne un retard d'acquisition du développement moteur par rapport aux enfants sans affection.

Selon Zanardi et al (55), les enfants présentant un PBVE ont atteint les trois étapes de développement moteur, approximativement deux mois plus tard que les enfants non atteints, décrit dans la littérature.

D'autre part, dans l'étude de Garcia et al (46), aucune différence n'est mesurée avec le score AIMS à 3 et 6 mois. Cependant les patients présentant un PBVE montrent un retard avec des scores AIMS plus bas que les patients sains à l'âge de 9 et 12 mois mais cette différence n'est plus significative à l'âge de 15 mois.

Toutefois, dans les deux études, la correction initiale (c'est-à-dire l'obtention d'un pied plantigrade et indolore) fut atteinte pour tous les patients. Tous marchaient sans assistance à 18 mois, même si, Garcia et al (46) précise qu'une plus grande proportion (81% contre 48%) de patients atteints de PBVE ne marchaient pas à 12 mois.

### Méthode Ponseti versus méthode fonctionnelle

Les deux études en arrivent à la même conclusion : il n'existe pas de différence significative entre le groupe traité par la méthode Ponseti et celui traité par la méthode fonctionnelle concernant l'âge auquel les enfants atteignent les différentes étapes du développement moteur.

Selon Garcia et al (46), le score AIMS ne montrent aucune différence significative. Cependant le rapport des parents précise tout de même qu'il existe un retard significatif concernant l'acquisition du ramper, du assis-debout et de la marche indépendante. Pour les retournements et la station assise, ce retard n'est plus significatif.

Après analyse de ses résultats, l'étude de Zanardi et al (55) précise qu'aucune étude n'a pu confirmer l'hypothèse que la méthode fonctionnelle (moins de contraintes et plus de stimulation) facilite une meilleure acquisition du développement moteur même si juste avant il émet l'idée que la méthode Ponseti, avec ses contraintes par plâtres et attelles, ne semble pas permettre le développement d'un schéma typique dans les premiers mois de vie.

### Corrélation entre caractéristiques des patients et retard d'acquisition

Bien que les deux études aient analysé le lien entre les caractéristiques des patients et le retard d'acquisition, aucune des deux n'a trouvé de corrélation significative que ce soit pour la latéralité, le sexe, la sévérité selon Diméglio, ou encore la présence de ténotomie.

Cependant, Garcia et al (46) précise que la sévérité mesurée par Diméglio peut tout de même être significativement corrélée au score AIMS à l'âge de 9 mois uniquement.

Il est clair que ces deux études abordent nos problématiques initiales. Cependant les différents critères de qualité méthodologique mettent en évidence différents biais et éléments manquants comme la taille des cohortes, la durée de l'étude, la randomisation ou encore les scores utilisés pour la mesure.

Ainsi, prenant en compte cet aspect et le peu d'études disponibles, il est compliqué d'aboutir à des conclusions fiables. C'est pour cela qu'une étude reprenant les éléments manquants semble pertinente.

## V.2. Protocole de recherche

En reprenant les résultats obtenus par la précédente revue systématique de la littérature, il apparaît impossible de répondre catégoriquement à la problématique posée initialement.

Cette absence de réponse amène à proposer un protocole de recherche visant à apporter des éléments de réponses fiables à cette question pertinente cliniquement.

La partie suivante rapporte une proposition de protocole d'une étude interventionnelle quasi-expérimentale à risques et contraintes minimales afin d'évaluer l'impact du choix de la méthode de traitement du pied bot varus équin sur le développement moteur de l'enfant avec PBVE de 0 à 6 ans.

### *V.2.1. Objectifs et hypothèses*

Lors des précédentes recherches, une étude menée en 2016 par Karol et al. (59) s'est intéressée, chez des enfants de 5 ans atteints de PBVE traités par les deux méthodes, à la relation entre l'analyse de la marche, l'évaluation de la motricité globale et de la perception des parents concernant les résultats de leurs enfants. Ainsi cette étude apporte un premier élément de comparaison entre la méthode Ponseti et la méthode fonctionnelle. En 2018, Zapata et al. (60,61) reprennent la comparaison de ces deux thérapies pour

analyser le développement moteur chez des enfants âgés de 5 ans puis de 10 ans avec respectivement l'outil PDMS-2 et l'outil BOT-2.

Lorsqu'on reprend l'observation de ces trois études, les résultats sont contradictoires concernant la supériorité d'une technique par rapport à une autre à 5 ans et à 10 ans. Il semblerait tout de même que lorsqu'on observe une différence significative, la méthode fonctionnelle apporte de meilleurs résultats. En effet, Karol et al. montrent à 5 ans des différences mais qui ne semble pas être significatives puis Zapata et al. analysent de meilleurs résultats avec la méthode fonctionnelle à 10 ans.

Cela vient justifier l'interrogation des différences entre les deux méthodes concernant l'acquisition de la motricité. Cependant, le faible nombre d'études traitant le sujet ainsi que les biais retrouvés dans ces dernières (critères d'inclusion, nombre de sujet), viennent remettre en question la fiabilité et la validité des résultats observés.

Il est donc vrai que certaines études ont pu évaluer la motricité globale à 5 ans (59,60) et à 10 ans (61), cependant aucune n'a pu l'apprécier dès le début de la prise en charge (particulièrement à 1 an et 2 ans) et encore moins d'évaluer la relation avec l'analyse de la marche et la perception des parents dès la naissance.

C'est pourquoi, l'objectif principal du protocole proposé ici est, dans un souci de complémentarité des précédentes études, d'évaluer le développement moteur chez les enfants atteints de pied bot varus équin idiopathique en comparant les deux thérapies, la méthode Ponseti et la méthode fonctionnelle dès le début du traitement et ce, jusqu'à 6 ans. Ceci permettrait d'avoir un suivi dès les premiers mois de vie qui continuerait à moyen terme.

D'autre part, l'objectif secondaire est de comparer les deux thérapies en se concentrant sur la perception des résultats par les parents ainsi que leur satisfaction en fonction de la thérapie choisie, puis d'analyser la marche dès les premiers pas puis à distance.

Ainsi, l'hypothèse principale suppose qu'au cours des premiers mois de vie, une différence significative peut déjà être observée entre les deux thérapies concernant l'ensemble des évaluations.

D'autre part, l'hypothèse secondaire suppose qu'il existe un lien de corrélation entre des différences observées à l'analyse de la marche, une diminution de la fonction motrice globale et des limitations perçues par les parents.

### *V.2.2. Population*

Dans le cadre de ce protocole, il est primordial de se baser sur le réseau pédiatrique français et plus particulièrement le recrutement des équipes devra cibler les professionnels familiers au traitement du PBVE.

Avant toute chose, la mise en place d'un tel protocole devra demander l'appui d'un laboratoire de recherche. Ensuite le recrutement se fera par une enquête téléphonique auprès des hôpitaux spécialisés dans ce domaine (Hôpital Robert-Debré, Hôpital Necker) afin de connaître les équipes intéressées par l'étude. Ces équipes seront formées de chirurgiens orthopédistes pédiatres et de masseurs-kinésithérapeutes spécialisés dans cette pathologie. Une rencontre sera réalisée avec ces équipes désireuses d'intégrer l'étude afin de leur présenter le déroulement détaillé du protocole.

Par la suite, ces dernières pourront rencontrer les parents des nourrissons pour qui, un diagnostic de PBVE a été réalisé lors d'une échographie anténatale. Lors de ce rendez-vous anténatal, le chirurgien orthopédiste pédiatrique expliquera la pathologie et le pronostic fonctionnel du traitement. Il pourra également donner les informations essentielles concernant l'étude. À la naissance, un rendez-vous postnatal sera rapidement réalisé. A ce moment-là, l'équipe pourra confirmer le diagnostic par l'intermédiaire d'un examen clinique rigoureux et méthodique, répondre aux questions des parents concernant l'étude et ainsi connaître leur décision.

Les représentant légaux des patients en droit de participer à l'étude recevront une information claire et honnête à l'oral et à l'écrit et pourront ainsi choisir de donner ou non leur consentement écrit en remplissant le formulaire d'information et de consentement, conformément à la déclaration d'Helsinki. Ainsi, l'inclusion à l'étude pourra se faire après vérification de l'ensemble des critères d'inclusion.

### V.2.2.1. Critères d'inclusion

Les critères d'inclusion correspondent aux critères permettant d'inclure les sujets à l'étude. Ainsi, pour pouvoir être inclus dans cette étude, les sujets doivent :

- Présenter un pied bot varus équin idiopathique uni ou bilatéral
- Être nés à terme et ne pas avoir plus de 12 semaines (= 90 jours) au début du traitement
- N'avoir reçu aucun autre traitement antérieur ou extérieur avant le début du traitement.
- Signer le consentement écrit libre et éclairé par les représentants de l'autorité parentale

Le degré de sévérité initial (selon le score initial de Diméglio) n'est pas considéré comme un critère d'inclusion mais devra tout de même être précisé. Le genre des patients n'est pas considéré comme un critère d'inclusion afin d'obtenir un échantillon de patients le plus large possible.

### V.2.2.2. Critères de non inclusion

Les critères de non-inclusion correspondent aux critères ne permettant pas d'inclure les sujets à l'étude. Ces critères de non-inclusion sont :

- Présenter un pied bot non idiopathique, secondaire, récurrent ou négligé
- Présenter une simple malposition
- Être atteint de problèmes orthopédiques autre que le pied bot ou encore une autre pathologie pouvant expliquer un éventuel retard du développement moteur.
- Être traité par d'autres méthodes (chirurgie extensive) que la méthode Ponseti ou la méthode fonctionnelle.
- Le refus ou l'absence de consentement

### V.2.2.3. Critères d'exclusion

Les critères d'exclusion correspondent aux critères entraînant la sortie des sujets de l'étude alors qu'ils avaient été inclus. Les motifs d'exclusion devront être précisés à chaque fois. Ces critères d'exclusion sont :

- Montrer un manque de rigueur dans le suivi de l'étude pouvant aller jusqu'à l'arrêt du suivi
- Manquer d'observance vis-à-vis de la méthode
- Être sujet à un changement de méthode de traitement

### V.2.3. Matériels et données

#### V.2.3.1. Peabody Developmental Motor Scale-2<sup>nd</sup>e Edition (PDMS-2)

L'évaluation du développement moteur sera réalisée au travers de l'échelle PDMS-2 (62). Il s'agit d'un outil standardisé, déjà validé et fiable pour des investigations cliniques chez les enfants nés prématurément (63–65), ceux atteints de paralysie cérébrale (66–68) ou encore ceux présentant un spectre autistique (69). Cependant seules quelques études ont déjà pu l'utiliser dans le cadre d'une prise en charge du PBVE (59,61). Cet outil a l'avantage de pouvoir être utilisé chez des enfants de 0 à 6 ans (72 mois) pour qui, il peut y avoir une limitation de la mobilité. Il se base sur l'observation de l'enfant, et doit donc être utilisé par des professionnels de santé maîtrisant le contenu du test et l'ayant déjà pratiqué. Le PDMS-2 présente une fiabilité inter-évaluateur avec des corrélations fortes ( $r \geq 0,96$ ).

L'échelle PDMS-2 sera appliquée en se concentrant sur l'évaluation de la motricité globale afin d'obtenir des quotients de motricité globale (GMQ%) pour chaque enfant. Elle se divisera en 4 catégories : réflexes (de 0 à 11 mois), équilibre/positions stationnaires (de 0 à 72 mois), locomotion (de 0 à 72 mois) et manipulation d'objets (de 12 mois à 6 ans).

L'évaluateur observe comment l'enfant réalise la tâche qui lui est demandée. Puis il score de 0 à 2 chaque tâche :

- 0 : l'enfant ne peut pas ou ne veut pas réaliser la tâche
- 1 : la performance de l'enfant montre une ressemblance avec les critères mais ne répond pas à la totalité des critères
- 2 : l'enfant exécute l'item selon les critères

L'administration du test en entier peut être chronophage. C'est pourquoi il est conseillé de commencer au « point d'entrée » ou « niveau basal » c'est-à-dire l'endroit du test où l'enfant reçoit un score de 2 sur trois tâches d'affilée. Puis le test s'arrête au « niveau plafond » c'est-à-dire lorsque l'enfant obtient un score de 0 sur trois tâches d'affilée.

Le temps de passation pour cette partie est d'environ 20-30 minutes. L'attention d'un enfant pouvant être limitée, il peut être intéressant d'effectuer l'évaluation sur plusieurs périodes de courtes durées. Une partie du test extrait du livret de passation est disponible en **Annexe X**.

#### V.2.3.2. L'analyse quantifiée de la marche (AQM)

L'analyse de la marche pourra se faire au travers d'une AQM dans un laboratoire d'analyse du mouvement au cours des 30 premiers jours suivant les premiers pas. En effet, dans son étude de 2021, Grigoriu et al (70) a déjà pu utiliser des données comparables chez 28 enfants avec développement typique et 13 enfants présentant une paralysie cérébrale.

Dans un premier temps, une mesure des données anthropométriques et un examen clinique (amplitude des mouvements articulaires, axe bi malléolaire...) devront être réalisés.

Les données cinétiques et cinématiques pourront être collectées dans un laboratoire du mouvement possédant le système de capture du mouvement Vicon comprenant des caméras infrarouges, des plateformes de force (AMTI) ainsi qu'un EMG. Chaque enfant sera équipé de marqueurs réfléchissants positionnés aux hanches, genoux et chevilles et d'EMG de surface positionnés pour l'évaluation des muscles droit fémoral, ischio-jambiers, tibial antérieur et triceps sural. Un étalonnage sera effectué avant les enregistrements. Les enfants marcheront pieds nus, à un rythme auto-sélectionné dans un

couloir d'au moins 15 mètres (71). Plusieurs essais pourront être réalisés pour obtenir les meilleurs essais. L'enregistrement mesurera l'ensemble des paramètres spatiaux et temporels de la marche.

Les données brutes seront traitées et analysées par un seul et même groupe d'ingénieurs à des fins de standardisation. L'analyse des données se fera par le système d'analyse Vicon. Un logiciel Visual 3D pourra être utilisé pour construire le modèle cinématique et calculer les paramètres spatio-temporels (70) autrement dit le cycle de marche, le temps des phases d'appui et d'oscillation, le temps de double appui, la cadence, la vitesse mais aussi la longueur et la largeur du pas. Ainsi, en se basant sur les études précédentes (51,71,72), nous rapporterons les déviations cinématiques suivantes :

	Critères de marche
Equin de la cheville	< 3° de dorsiflexion pendant la phase d'appui
Marche calcanéenne	< 3° de flexion plantaire à la fin de la phase d'appui
Pied tombant	> 9° de flexion plantaire pendant les derniers 25% de la phase oscillante
Augmentation de la dorsiflexion de la cheville	> 15° de dorsiflexion en phase d'appui
Rotation interne du pied	> 0° de rotation interne moyenne en phase d'appui
Angle de progression interne du pied	> 5° de rotation interne moyenne en phase d'appui
Hyper extension du genou	> 7° d'hyper extension du genou en phase d'appui

Des paramètres cinétiques (71) seront également évalués : La puissance de la cheville et de la hanche pendant les différentes phases de la marche ainsi que la progression du pied.

### V.2.3.3. Pediatric Outcomes Data Collection Instrument (PODCI)

Le questionnaire PODCI sera utilisé pour évaluer la perception des parents concernant l'efficacité fonctionnelle de la thérapie choisie. Déjà utilisé par Karol et al (59) en 2016 pour évaluer les thérapies de prise en soin du PBVE, il s'agit d'un questionnaire développé par POSNA (Paediatric Orthopaedic Society of North America) en 1994 permettant de mesurer les résultats fonctionnels d'une thérapie chez des enfants souffrant de troubles musculo-squelettiques.

Les enfants étant trop petits, leurs parents devront répondre à un ensemble de scores d'évaluation à partir de 86 questions courtes réparties en quatre domaines : transfert et mobilité de base, sport/ fonctionnement physique, douleur/ confort, bonheur et fonction du membre supérieur. Ainsi, il sera possible de calculer le score de fonction globale.

En 1998, Daltroy et al (73), dans son étude, ont pu déterminer une fiabilité, validité et sensibilité au changement pour les patients orthopédiques pédiatriques souffrant de troubles musculo-squelettiques modérés à sévères.

Puis en 2001, Haynes et Sullivan (74), ont pu recueillir des réponses PODCI chez des enfants au développement typique permettant ainsi d'établir des scores PODCI représentatifs qui serviront de comparaison pour les enfants présentant des troubles musculo-squelettiques.

### V.2.3.4. Client satisfaction Questionnaire (CSQ-8)

Lorsqu'il s'agit d'évaluer la perception de qualité des soins, la satisfaction des patients est une mesure reconnue internationalement et également utilisée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Très importante, elle peut surtout avoir une influence sur le résultat et l'adhésion au traitement.

Le CSQ-8 est un questionnaire de référence pour évaluer la satisfaction des patients concernant la qualité des soins dans un contexte pédiatrique. Les qualités psychométriques de ce dernier ont été démontrées par Kapp et al en 2014 (75). Il s'agit de 8 questions auxquelles les parents devront répondre. La notation pour chaque question allant de 1 (pas du tout satisfait) à 4 (très satisfait) (76,77).

Il s'agit d'un questionnaire recommandé pour l'évaluation de la qualité des soins auprès des populations mineures et de leurs parents.

Chacun de ces outils d'évaluation seront réalisés par des examinateurs extérieurs à la prise en soin initiale afin d'assurer une évaluation neutre et objective. Ainsi, plusieurs examinateurs pourront être formés à l'ensemble des outils décrits précédemment. Un temps pour réaliser ces quatre évaluations devra être programmé dans le déroulement de l'étude.

#### *V.2.4. Protocole*

##### *V.2.4.1. Inclusion et échantillonnage*

Au moment du premier rendez-vous post-natal après diagnostic du PBVE par échographie anténatale et vérification clinique post-natale, l'équipe en charge du suivi réalise la demande de consentement et la vérification des critères d'inclusion et de non inclusion à l'étude. Cette demande de consentement ne sera réalisée qu'à partir du moment où le pédiatre aura informé les parents sur la pathologie, son évolution et les différentes méthodes de traitement. Après obtention du consentement et vérification des critères, les parents pourront remplir une fiche de renseignement général (âge, taille, poids, PBVE unilatéral ou bilatéral). Ainsi il sera possible d'établir les caractéristiques générales de l'échantillon.

Lors de ce rendez-vous, le score de Diméglio devra également être réalisé afin de connaître la sévérité des PBVE. Il s'agit de la classification recommandée par l'HAS, valide, sensible et reproductible. Ce score permettra de suivre l'évolution de chaque PBVE tout au long de l'étude et ainsi vérifier l'efficacité du traitement. Les enfants seront classés en quatre groupes selon la gravité : grade A (1 à 5 points), grade B (6 à 10 points), grade C (11 à 15 points) et grade D (16 à 20 points).

Pour ce protocole de recherche, un ensemble de caractéristiques rendent la randomisation impossible. En effet, pour être exécutées dans les meilleures conditions possibles, les deux thérapies proposées doivent être réalisées par des professionnels de santé formés spécifiquement à l'une ou l'autre des méthodes. C'est pourquoi, chaque professionnel participant à l'étude devra connaître le groupe qui lui est attribué.

D'autre part, l'exigence de transport quotidien et d'investissement concernant la méthode fonctionnelle incite à laisser la liberté aux parents de choisir l'attribution de leur

enfant à un des deux groupes. Ainsi, les professionnels devront donner une information claire et loyale concernant chacune des deux méthodes de traitement. Ce n'est qu'une fois cette information délivrée, que les parents pourront choisir entre les deux méthodes et que la répartition des enfants entre les deux groupes sera possible.

Chaque groupe devra être homogène concernant le nombre de participants mais aussi le degré de sévérité selon le score de Diméglio et la latéralité du PBVE. On se retrouvera donc avec une attribution des groupes comme suit :

- Groupe Ponseti : groupe suivant la méthode de traitement Ponseti
- Groupe fonctionnel : groupe suivant la méthode de traitement fonctionnel

#### V.2.4.2. Déroulement globale de l'étude

L'étude débute immédiatement après la naissance, et se déroule sur une période de 6 ans. Après inclusion et distribution, le traitement commence dès la première semaine de vie. En prenant en compte l'incidence du PBVE en France, la période d'inclusion s'étend sur une durée de 2 ans qui semble suffisante pour inclure suffisamment d'enfants. Chaque groupe suivra la méthode de traitement standardisée choisie par la famille (méthode Ponseti ou méthode fonctionnelle). Chaque enfant sera suivi dans l'hôpital où son diagnostic de PBVE a été posé. Il sera suivi par l'équipe médicale associée à cet hôpital. Ainsi, le déroulement sera différent pour les deux groupes.

#### Déroulement pour le groupe Ponseti

La méthode consiste en la réalisation de 7 plâtres successifs. Ces derniers seront réalisés au cours des consultations de chirurgie orthopédique qui auront lieu chaque semaine au début du traitement. Les 5 premiers plâtres sont maintenus pendant une semaine. Chaque plâtre est moulé de manière bien précise. Ils sont cruro-pédieus et visent à corriger progressivement les déformations. Ainsi l'enfant sera vu chaque semaine pour la réfection des plâtres.

Par la suite, une ténotomie percutanée du tendon d'Achille est effectuée au bloc opératoire sous anesthésie générale. A ce moment-là, le chirurgien orthopédiste effectue une courte incision en regard de la partie distale du tendon d'Achille. L'intérêt est de

gagner entre 20-30° de flexion dorsale. Puis, le pied est de nouveau plâtré par un 6<sup>ème</sup> plâtre pendant 10 jours puis un 7<sup>ème</sup> plâtre pendant encore 10 jours.

La méthode Ponseti telle qu'elle fut décrite par Ignacio Ponseti n'incluait pas de manipulations au terme de la série de plâtre. C'est pourquoi, à la suite des 8 semaines incluant la série de plâtres et la ténotomie, le traitement est poursuivi par une attelle de dérotation. Cette dernière est d'abord maintenue jour et nuit pendant les six premiers mois, puis des moments de liberté peuvent être mis en place jusqu'à l'âge de la marche. Ce n'est qu'une fois la marche acquise que l'attelle ne peut être portée que la nuit, jusqu'à l'âge de 3-4 ans. Cette attelle maintient le pied en abduction et dorsiflexion à 20° en réglant à 60-70° de rotation externe.

### Déroulement pour le groupe fonctionnel

La prise en charge se fera le plus tôt possible. Après un examen clinique effectué par le chirurgien orthopédiste, les séances seront quotidiennes, soit dans le service de kinésithérapie de l'hôpital, soit dans un cabinet libéral de kinésithérapie.

Une séance de kinésithérapie devra durer 30 minutes et se déroulera comme suit :

- 5 minutes de bilan initial
- 15 minutes de mobilisations passives de correction
- 10 minutes de stimulations musculaires
- 5 minutes de mise en place de la contention souple (strapping)

L'ensemble des explications concernant les mobilisations passives, les stimulations actives et la contention souple sont développées en amont dans **la partie II.2.2.**

Dans le cadre de la méthode fonctionnelle, les séances sont quotidiennes (5 jours par semaine) pendant les trois premiers mois.

Par la suite, entre 3 mois et l'âge de la marche, le rythme des séances diminue à 3 séances par semaine. La contention souple est maintenue avec strapping et pose de plaquettes.

Au moment de l'âge de la marche, et jusqu'à 2 ans, le rythme des séances peut encore être diminué à raison d'une séance par semaine. Jusqu'à l'âge de 3 ans, le rythme des séances passe à 1 à 2 fois par mois en fonction de la mobilité articulaire.

En outre, le port d'une attelle cruro-pédieuse nocturne peut être nécessaire dès la naissance si l'angle talo-calcaneén reste insuffisant (10°-20°) ou si la rotation médiale persiste. Lorsque la dérotation du BCP est satisfaisante, cette attelle est remplacée par une attelle suro-pédieuse. La mise en place de ce type d'attelle se faisant uniquement sur les périodes de sommeil, son port est diminué au fur et à mesure de la croissance.

Dans le cadre de l'étude, concernant le déroulement des deux méthodes, des temps d'évaluation devront être mis en place.

D'une manière générale, les recommandations de l'Assurance Maladie (78), préconise que chaque enfant soit suivi au cours des premières années de vie. En effet, une surveillance de la croissance et de la psychomotricité, ainsi qu'un dépistage d'éventuelles anomalies ou déficiences, sont mis en places par l'intermédiaire de rendez-vous obligatoires à des périodes charnières du développement moteur.

Dans la continuité de ces recommandations, il semble intéressant de fixer nos temps d'évaluation sur cette même temporalité. C'est pourquoi, chaque enfant inclut dans l'étude se verra attribuer un planning d'évaluation comme suit :

<b>Ages</b>	<b>Evaluations</b>
6 premiers mois	Un temps d'évaluation/ mois (PDMS-2 et PODCI)
9 mois	Un temps d'évaluation (PDMS-2 et PODCI)
12 mois	Un temps d'évaluation (PDMS-2 et PODCI)
Dans les 30 jours suivant les 1 <sup>er</sup> pas	Un temps d'évaluation (AQM)
Entre 16 et 18 mois	Un temps d'évaluation (PDMS-2 et PODCI)
Entre 24 et 25 mois	Un temps d'évaluation (PDMS-2 et PODCI)
A 2 ans	Un temps d'évaluation (AQM)
A 5 ans	Un temps d'évaluation (AQM)
Jusqu'aux 6 ans	Un temps d'évaluation/ an (PDMS-2 et PODCI)
Dernière visite à 6 ans	Un temps d'évaluation (PDMS-2, PODCI et CSQ-8)

Au cours de ces rendez-vous, les outils d'évaluation seront administrés aux enfants et parents par un examinateur extérieur. Une durée de 2 à 3h sera nécessaire pour

permettre l'accueil de l'enfant, le recueil de données et la réalisation des évaluations. L'analyse quantifiée de la marche ne pourra se faire que dans les jours suivant les premiers pas, puis à 2 ans et à 5 ans pour rester dans la continuité des études de El Hawary et al. et Gottschalk et al. Enfin, le questionnaire CSQ-8 pourra être administré aux parents lors de la dernière évaluation.

#### V.2.4.3. Critères de jugement

##### V.2.4.3.a. *Le quotient de motricité globale (GMQ)*

Le critère de jugement principal de cette étude est le quotient de motricité globale (GMQ) extrait de l'échelle d'évaluation PDMS-2. Il s'agit d'un indicateur numérique de la performance globale de l'enfant à partir de 3 sous-tests pour les enfants de moins de 1 an (réflexes, posture stationnaire et locomotion) et de 3 sous-tests pour les enfants de 1 à 5 ans (posture stationnaire, locomotion et manipulation d'objets). Il mesure la capacité à utiliser les grands systèmes musculaires pour : se déplacer, adopter une posture stable, réagir aux stimuli environnementaux et attraper/lancer un objet.

Ainsi, après réalisation de chaque item, les enfants présentent un score brut correspondant aux points totaux pour chaque sous-test. Le livret de passation comporte différentes annexes permettant ensuite de les convertir en âge équivalent, en score standard, en percentiles et en quotient (GMQ) (79).

Par la suite, des tableaux présents dans le livret de passation permettent d'interpréter les résultats. Ainsi, les scores standards sont classés comme suit :

- 15 à 20 : capacité motrice très supérieure
- 8 à 14 : capacité motrice dans la moyenne
- 4 à 8 : capacité motrice sous la moyenne
- 1 à 3 : capacité motrice très pauvre

Les quotients de motricité globale (GMQ) reprenant l'ensemble des sous-tests sont échelonnés de 35 à 165 et sont classés comme suit :

- 121 à 165 : capacité motrice très supérieure
- 90 à 120 : capacité motrice dans la moyenne
- 35 à 69 : capacité motrice très pauvre

Puis, ce quotient pourra être rapporté en percentile (GMQ%) permettant de comparer à la norme échantillonnée :

- 0% à 10% : Pauvre
- 11% à 25% : En dessous de la moyenne
- 26% à 75% : Moyen
- 76% à 100% : Au-dessus de la moyenne

#### *V.2.4.3.b. Le score PODCI*

Un des critères de jugement secondaire est le score PODCI. Lors de l'évaluation de la perception des résultats par les parents, chaque sous-échelle du questionnaire sera évaluée. Chacune d'entre elles sera rapportée sous forme de moyenne standardisée. Ainsi chaque enfant présentera une moyenne standardisée pour chaque sous-échelle : transfert/mobilité de base, sports/ fonctionnement physique, douleur/confort, bonheur et échelle de fonctionnement globale. Une moyenne globale, reprenant les moyennes de chaque enfant dans un même groupe sera calculée pour pouvoir comparer les sous-échelles entre les deux thérapies.

#### *V.2.4.3.c. Le score CSQ-8*

Un autre critère de jugement secondaire est le questionnaire CSQ-8. Il sera administré aux parents. Chacun devra répondre aux 8 questions. Un score sur 8 sera donc disponible à la fin de l'administration. Une moyenne des scores des enfants d'un même groupe sera calculée afin de comparer les deux thérapies.

#### *V.2.4.3.d. Les paramètres spatio-temporels et cinématiques de marche*

Chaque enfant se verra passer une analyse quantifiée de la marche pendant laquelle les paramètres spatio-temporels et cinématiques vus précédemment seront analysés. Ainsi pour chaque enfant, ces paramètres seront mesurés, normalisés et moyennés sur l'ensemble des cycles de marche enregistrés. Les paramètres pertinents seront moyennés par groupe afin de pouvoir être comparés.

#### V.2.4.4. Traitement des données

##### V.2.4.4.a. Caractéristiques générales de l'échantillon

Les caractéristiques générales des sujets seront renseignées dans un tableur Excel. Ces informations concernent l'âge, le score de Diméglio, la latéralité du PBVE, le genre, la taille, le poids et la bilatéralité si c'est le cas.

#### V.2.4.5. Analyse statistique

Préalablement à l'étude, une analyse de la différence minimale clinique devra être effectuée par un statisticien indépendant à l'étude afin de déterminer la taille de l'échantillon nécessaire pour détecter une différence significative entre les deux groupes d'études représentant les deux méthodes de traitement. Cela permettra de déterminer la puissance de l'étude.

Avant toute chose, une analyse statistique descriptive sera réalisée afin de comparer l'homogénéité des deux groupes. Chaque caractéristique générale pour chaque sujet sera décrite à l'aide des paramètres usuels c'est-à-dire la moyenne et l'écart-type. Ces caractéristiques générales sont représentées dans le tableau ci-dessous :

	<b>Groupe Ponseti</b>	<b>Groupe fonctionnel</b>
Nombre de sujets	.../...	.../...
Fille n(%)	.../...	.../...
Garçons n(%)	.../...	.../...
Age au début du traitement (mois)	.../...	.../...
Score de Diméglio	.../...	.../...
Latéralité du PBVE n (%)		
– Gauche		
– Droite	.../...	.../...
– Bilatéral		
Ténotomie (%)	.../...	.../...

Le traitement statistique s'effectuera après la réalisation de l'étude. Il sera réalisé par un statisticien indépendant. En reprenant les analyses statistiques des études de Karol et al et Zapata et al (59–61), on peut ressortir quelques tests utiles pour l'analyse statistique.

Le test non paramétrique de Mann-Whitney sera utilisé pour comparer les variables entre les deux groupes indépendants tirés d'une même population. Un test de  $Khi^2$  sera utilisé pour comparer les variables catégorielles entre deux groupes. Enfin, un test de corrélation de Pearson pourra être envisagé pour évaluer la relation entre les différentes variables.

#### V.2.4.6. Faisabilité de l'étude

##### V.2.4.6.a. Conformité aux pratiques

Ce protocole de recherche fut rédigé et conçu en se basant sur les dernières recommandations de bonnes pratiques pour la prise en charge du pied bot varus équin chez le nourrisson (6). Comme précisé précédemment, le déroulement du protocole respecte les différentes étapes des deux méthodes de traitement. Il prend en compte et précise l'objectif commun des deux méthodes et les principes de chacune en respectant l'éthique de l'intention de traitement.

D'autre part, il tient compte des recommandations concernant l'approche du développement moteur de l'enfant, ses grands repères et son évaluation. En effet, l'HAS précise l'importance d'un suivi régulier des étapes du développement moteur en énonçant certains tests comme pouvant être réalisés de manière simple et rapide (Brunet-Lézine révisé ou Denver). D'autre part, il se base sur la rédaction de protocoles d'études déjà publiées dans le domaine du PBVE et de l'évaluation du développement moteur en reprenant ainsi le matériel ayant déjà été étudié (59).

Enfin, les pratiques éthiques que l'on retrouve communément dans la recherche ont été respectées au cours de la rédaction du protocole. En effet, l'inclusion des patients à l'étude ne pourra se faire qu'après l'obtention d'un consentement libre et éclairé. Tout sujet désireux de se retirer au cours de l'étude en a le droit, sans que cela n'impacte la suite du traitement et de la rééducation. La confidentialité des données personnelles et des résultats sera respectée. Le protocole se déroulera en gardant toujours en mémoire l'intention de traitement.

Cependant, ce protocole d'étude n'a pas encore été soumis à un CPP (comité de protection des personnes).

### Les ressources humaines

Ce protocole d'étude est proposé à une équipe comportant majoritairement des chirurgiens orthopédistes pédiatres et des masseurs-kinésithérapeutes s'étant formés voire même spécialisés (en partie) dans la prise en charge du PBVE. Ces personnes sont donc familières de ce type de traitement. Les masseurs-kinésithérapeutes participants à l'étude pourront aussi bien travailler à l'hôpital qu'en libéral.

Cependant, il sera nécessaire de faire appel à des évaluateurs externes à la prise en soin pour administrer les différents outils d'évaluation. Ces derniers seront majoritairement des masseurs-kinésithérapeutes familiers à la prise en soin du PBVE. D'autres part, concernant l'analyse quantifiée de la marche, ces évaluateurs feront partie d'une équipe spécialisée dans l'analyse de la marche, que l'on retrouve majoritairement dans les hôpitaux présentant un laboratoire du mouvement.

### Les ressources matérielles

Cette étude demande un matériel particulièrement spécifique à la prise en charge du PBVE que l'on retrouve facilement dans les hôpitaux prenant en charge ce type de pathologie. Dans un premier temps, chaque équipe participant à l'étude devra être pourvu et familiarisé au score de Diméglio permettant d'évaluer la sévérité du PBVE.

Par la suite, chaque méthode de traitement demandera un matériel particulier. Concernant la méthode Ponseti, l'équipe participant à l'étude devra être capable de fournir le matériel nécessaire à la confection des plâtres hebdomadaires mais aussi à la pratique de la ténotomie du tendon d'Achille (matériel chirurgical et bloc opératoire). Dans cette continuité de traitement, l'équipe devra également fournir les attelles de dérotation.

Pour la méthode fonctionnelle, les manipulations passives et les stimulations actives ne demandent pas de matériel particulier si ce n'est les mains du masseur-kinésithérapeute. Cependant, la contention souple demande un matériel plus spécifique comme les plaquettes et le strapping nécessaire à la pose. L'équipe devra également être capable de fournir le matériel de maintien de la contention comme les attelles ou les skis.

L'évaluation du développement moteur, de la perception des résultats par les parents et de la satisfaction de prise en soin ne nécessite pas de matériel coûteux. Il a été fait le choix d'utiliser des échelles et questionnaires. Cela nécessite simplement une formation initiale des évaluateurs pour l'apprentissage de son utilisation.

Cependant, le matériel pour l'analyse quantifiée de la marche nécessite de faire appel à un laboratoire du mouvement que l'on ne retrouve pas dans tous les hôpitaux de France. Il s'agit d'un matériel coûteux. Ainsi pour pouvoir y disposer, il sera nécessaire de se rapprocher d'hôpitaux ayant accès à un laboratoire de mouvement.

Au vu de ces résultats sur la faisabilité de ce protocole, aucun obstacle majeur n'est relevé. Une étude des effets du choix de la thérapie initiale sur l'acquisition du développement moteur est tout à fait réalisable.

## **VI. DISCUSSION**

L'objectif de ce mémoire était d'explorer les effets du choix de la thérapie initiale de prise en soin du PBVE sur le développement moteur des enfants. Le travail effectué au cours de ce mémoire met en évidence l'incapacité actuelle de la littérature à apporter une réponse claire et concrète concernant l'impact de la thérapie initiale sur les 1<sup>ères</sup> acquisitions du développement moteur lors de la prise en soin du PBVE.

En effet, plusieurs études se sont consacrées à l'étude du développement moteur à des âges plus tardifs mais seules deux études se sont intéressées au développement moteur dès le début de la prise en charge en comparant les deux thérapies. Malheureusement, la qualité de ces deux études empêche de conclure.

C'est donc pourquoi, une méthodologie double a semblé intéressante pour approfondir la question, en réalisant tout d'abord un état des lieux de la littérature concernant le développement de la motricité globale et le traitement du PBVE, pour ensuite pouvoir proposer un protocole de recherche ciblé sur un suivi à moyen terme (0 à 6 ans) de la relation entre la thérapie initiale choisie et l'acquisition des étapes du développement moteur dans ses différents aspects.

Cette dernière partie discussion s'évertuera à analyser et discuter les données de la littérature concernant l'évaluation du développement moteur dans la prise en charge du PBVE par deux thérapies différentes et ses limites.

Dans un deuxième temps, l'intérêt de réaliser une étude spécifiquement orientée sur un suivi à moyen terme du développement moteur et la comparaison entre deux groupes de thérapies différentes sera mis en avant.

Enfin, la dernière partie permettra de revenir sur nos hypothèses initiales afin de pouvoir en discuter.

### **VI.1. Les données de la littérature**

Les principaux résultats de cette revue mettent en évidence plusieurs choses. Il est clair qu'au cours des dernières années, plusieurs études se sont consacrées à l'évaluation du développement moteur chez des enfants atteints de PBVE. Cependant, seules deux études (46,55) répondent aux critères de sélection initialement choisis et sont potentiellement capables de répondre à notre problématique initiale. Au travers de cette

partie de la discussion, nous allons revenir sur les différentes études qui émergent suite à l'insertion de notre équation de recherche dans les différentes bases de données.

### *VI.1.1. Hétérogénéité des protocoles*

Plusieurs études abordent la question du développement moteur dans la prise en charge du PBVE. Nos résultats consécutifs à la revue de littérature démontrent que les protocoles mis en place par ces différentes études, non sélectionnées à l'issue de cette revue, sont très variables. Ainsi, les variabilités s'observent à différents niveaux.

**Dans un premier temps, il est clair que les évaluations ne se font pas toutes à la même période.** En effet, la période et la durée de l'évaluation ne sont pas identiques pour toutes les études.

Certaines études ont fait le choix d'administrer leurs outils d'évaluation à un instant  $t$  de la prise en charge. En effet, tandis que Dilmann et al (80) réalisent l'échelle Bailey-III sur des enfants de 3,3 ans ou encore que Loöf et al (81) ainsi qu'El-Hawary et al (72) réalisent respectivement le protocole CAP et l'échelle PDMS-2 auprès d'enfants de 5 ans, d'autres comme Aulie et al (82) ou encore Zapata et al (61) préfèrent attendre plus longtemps en évaluant le développement moteur vers l'âge de 10 ans.

D'autre part, plusieurs auteurs ont pu accomplir une analyse de la marche à plusieurs âges clés : 2 ans (51,72), 5 ans (71) ou 10 ans (83).

Parallèlement, d'autres auteurs ont fait le choix d'assurer un suivi sur une période bien définie (47,56,84,85) qui débute généralement dès le début du traitement du PBVE par l'une ou l'autre des thérapies, jusqu'à l'âge de la marche autonome (+/- 18 mois).

Ainsi, toutes ces études ayant une durée différente, l'étude des résultats devient difficile.

**Deuxièmement, les outils d'évaluation du développement moteur ne sont pas tous les mêmes.** En effet, différents outils sont utilisés dans l'ensemble des études recueillies à l'aide de la revue de littérature.

Nous pouvons mettre en évidence un grand nombre d'échelle du développement moteur comme l'échelle Bailey-III administrée par Dilmann et al (80) ou encore l'échelle PDMS-2 (Peabody Developmental Motor Scale, 2<sup>nd</sup> Edition) que l'on retrouve chez El-Hawary et al (72), Zapata et al (60) ou Karol et al (59). En complément de l'échelle

PDMS-2, Karol et al (59) utilise également le score PODCI, qu'il complète également avec une analyse de la marche. Par la suite, même si Zapata et al utilise l'échelle PDMS-2 à l'âge de 5 ans, lors de sa seconde étude (61) l'outil d'évaluation change pour être remplacé par le score BOT-2. Enfin, Garcia et al (46) se basent sur le score AIMS (Alberta Infant Motor Scale) pour déterminer les âges d'acquisition des différentes étapes du développement moteur.

Dans le cadre des études permettant un suivi au long court depuis la naissance (47,55,56,84,85), l'outil d'évaluation principal se base sur le rapport des parents concernant différentes étapes du développement moteur soit par appel téléphonique, soit lors des rendez-vous de contrôle prévus dans le suivi des deux thérapies.

Ainsi, une grande variété d'outils d'évaluation du développement moteur sont aujourd'hui disponible dans la littérature favorisant ainsi une grande diversité de protocole.

Lorsqu'on s'intéresse à la littérature actuelle à propos de l'évaluation du développement moteur en général, on peut retrouver un rapport publié par l'HAS en 2006 concernant les recommandations pour la pratique clinique sur le dépistage individuel chez l'enfant de 28 jours à 6 ans (36). Dans ce rapport, elle recommande la surveillance et le dépistage des troubles du développement moteur par un suivi régulier des différentes étapes du développement de l'enfant. Elle précise notamment l'utilisation possible de certaines évaluations comme l'échelle de Brunet-Lézine ou encore l'échelle de Denver comme tests de dépistage du retard de développement. Selon Granier et Roussey (35), ce sont les échelles les plus couramment utilisées car elles sont simples et prennent en compte les variations interindividuelles. Elles peuvent être réalisées au cours d'une consultation après une courte formation. De plus, l'HAS précise que d'autres tests peuvent être envisagés comme les questionnaires destinés aux parents : Ages and Stages Questionnaire (ASQ) ou Parent's Evaluations of Developmental Status (PEDS). Ces derniers présentent tout de même des sensibilités et spécificités plus basses que les deux échelles vues précédemment.

Cependant, il n'existe à ce jour, aucune recommandation ni de consensus général concernant l'utilisation d'un outil plus qu'un autre pour l'évaluation du développement moteur dans le cadre du PBVE. De plus, aucune des études vues précédemment ne précise leurs modalités de choix des outils d'évaluation du développement moteur. C'est pourquoi, l'analyse des résultats est difficile.

**Enfin, les comparaisons de groupes menées dans les différentes études ne sont pas identiques.** En effet, plusieurs scénarios se présentent suite à notre revue de littérature.

Certaines études évaluent le développement moteur des enfants à différents âges, dans le cadre d'une prise en charge du PBVE. Cependant ces dernières ne comparent pas les deux thérapies initiales entre elles mais se concentrent sur la comparaison de la méthode Ponseti à des groupes témoins (61,80–82). A ce jour, la méthode fonctionnelle n'a pas encore été comparée à un groupe témoin. Parmi ces études qui évaluent le développement moteur à différents âges, seules deux comparent les deux thérapies conservatrices entre elles (59,61).

Lorsque les études évaluent le développement moteur dès le début de la prise en charge, la majorité des comparaisons se fait entre la méthode Ponseti et un groupe contrôle ou des données normatives (47,56,84,85). Seules deux études comparent les deux thérapies initiales entre elles. Répondant à notre problématique initiale, ce sont ces deux études qui seront sélectionnées à l'issue de la revue de littérature (46,55).

Enfin, l'ensemble des études analysant la marche à différents âges (51,71,72,83) sont celles qui comparent le plus les deux thérapies initiales.

On peut donc constater une grande variabilité de protocole au travers des différentes études. Cette disparité se retrouve d'une manière générale dans la littérature concernant le développement moteur et la prise en charge du PBVE. C'est pourquoi il est important de se rapprocher des recommandations pour s'assurer d'une meilleure fiabilité des résultats.

#### *VI.1.2. Impact du choix de la thérapie initiale sur l'acquisition du développement moteur*

Tout d'abord, toutes les études mentionnées précédemment, bien qu'elles utilisent des outils d'évaluation différents, à des âges différents, en viennent toutes à la même conclusion : **la présence du PBVE chez un enfant entraîne une perturbation dans l'acquisition des différentes phases du développement moteur.**

En effet, Dilmann et al (80), Aulie et al (82) et Lööf et al (81) montrent par l'intermédiaire des outils Bayley-III, MABC-2 et MQ-CAP, qu'à 3 ans, 5 ans et 9 ans, les enfants avec PBVE présentent des capacités motrices globales moyennement plus

faibles que les enfants présentant un pied non pathologique avec un développement typique. Aulie et al précise que ces habilités motrices restent fonctionnelles à 9 ans mais qu'il serait intéressant de les évaluer plus tôt pour intervenir plus rapidement sur l'amélioration de ces déficiences.

C'est donc dans cette continuité que d'autres études évaluent, au cours des 2 premières années, les étapes du développement moteur (47,56,84,85) autrement appelées les « gross motor function ». On peut ainsi en ressortir un retard minimum de 1,2 à 2 mois entre les groupes traités par Ponseti et les groupes témoins (pas d'étude concernant la méthode fonctionnelle). En effet, Hughes et al évaluent un retard significatif pour la position debout et la marche. Zions et al parlent d'un retard de 1,2 à 2 mois pour l'acquisition de la marche par rapport aux données OMS (58). De la même façon, Gundawar et al, en comparant à ces mêmes données, montrent un retard de 0,2 à 2,1 mois pour l'ensemble des « gross motor function ». Dans l'ensemble, ces études se basent sur un rapport parental pouvant manquer d'objectivité et de fiabilité. Cependant, ce manque de fiabilité est mentionné dans l'étude de Hughes et al. Ils précisent d'ailleurs que pour répondre à cette inexactitude, une étude de fiabilité fut réalisée sur 30 patients avant le début de l'étude montrant une excellente précision dans les données des parents. Pour compléter cela, ils mentionnent une étude de 1994 (86), dans laquelle on peut retrouver une corrélation supérieure à 70% entre le rapport parental et l'âge réel de la marche. Il serait intéressant d'approfondir la question de la fiabilité et la validité du rapport parental dans l'évaluation du développement moteur pour des enfants présentant un PBVE.

A l'issue de la revue de littérature, deux auteurs semblent aborder notre question cliniquement pertinente. En effet, Garcia et al (46) ainsi que Zanardi et al (55) posent la question du **développement moteur dès les premières acquisitions en comparant les deux méthodes initiales**. Ainsi, lorsqu'on se concentre sur ces deux études, on se rend compte qu'elles en viennent à la même conclusion : Il n'existe pas de différences significatives entre la méthode fonctionnelle et la méthode Ponseti.

En effet, Garcia et al, montre en 2011, qu'il n'y a pas de différence significative entre la méthode Ponseti et la méthode fonctionnelle, à tous les âges testés par l'outil AIMS et le rapport parental. En complément, Zanardi et al, en 2019, repart des mêmes hypothèses pour en arriver à la même conclusion. Toutefois, ce dernier n'utilise que le rapport parental comme moyen de comparaison.

Cependant, lorsqu'on reprend les études concernant le sujet du développement moteur et de la prise en soin du PBVE, les conclusions ne sont pas unanimes.

En effet, d'autres auteurs ont également eu la possibilité de **comparer les deux méthodes conservatrices en évaluant le développement moteur à différents âges (5 ans et 10 ans)**.

En utilisant l'outil PDMS-2 associé au questionnaire PODCI sur 81 enfants, Karol et al (59) avancent l'idée que le groupe traité par la méthode fonctionnelle présente de meilleurs scores PDMS-2 et PODCI à l'âge de 5 ans que le groupe traité par la méthode Ponseti. Cependant, la différence n'étant pas significative, il est compliqué de conclure.

Peu après, Zapata et al (60) réutilisent l'outil PDMS-2 pour comparer leurs données à celle de Karol et al. Ils ne trouvent aucune différence significative entre les deux méthodes en présentant une cohorte de 128 enfants de l'âge de 5 ans. Avec une cohorte plus importante, ils précisent tout de même que leurs groupes sont plus hétérogènes que ceux de Karol et al.

Dans un souci de continuité, Zapata et al (61) démontrent ensuite dans leur étude prospective, qu'en utilisant l'outil BOT-2, les enfants bénéficiant de la méthode fonctionnelle présentent de meilleurs scores à 10 ans que ceux traités par la méthode Ponseti. En effet, le groupe fonctionnel affiche de meilleures performances concernant la course, la vitesse, l'agilité et la coordination. Ces résultats viennent contredire les résultats à l'âge de 5 ans retrouvés par le même auteur au cours de la même année.

Ainsi, les résultats ne sont pas unanimes concernant la supériorité d'une technique par rapport à une autre à l'âge de 5 et 10 ans. Cependant, lorsqu'une différence est significative, la méthode fonctionnelle semble apporter de meilleurs résultats en termes de développement moteur que la méthode Ponseti (59,61).

Pour aller plus loin, plusieurs auteurs ont axé la recherche sur un élément du développement moteur : **l'analyse de la marche**. Lorsque l'on se concentre sur cet aspect, on retrouve davantage d'études qui comparent les deux thérapies.

En réalisant une analyse de la marche à l'âge de 2 ans, El Hawary et al (72) évoquent des limitations pour chacune des thérapies sans pour autant parler de supériorité de l'une par rapport à l'autre. Selon lui, la cinématique du groupe traité par la méthode fonctionnelle semble supérieure mais on retrouve tout de même 15% d'équin résiduel en phase d'appui et 19% de pied tombant en phase d'oscillation. D'autre part, le groupe traité

par la méthode Ponseti présente 48% de dorsiflexion excessive en phase d'appui et 10% de démarche calcanéenne. Ainsi, chaque thérapie apporte des limitations concernant la marche à 2 ans.

En 2009, Karol et al (71) reprennent les conclusions de l'étude précédente. Ils en viennent à la conclusion d'une amélioration des données d'analyse de la marche à 5 ans par rapport à l'analyse de 2 ans (5% d'équin résiduel pour la méthode fonctionnelle et 24% de dorsiflexion excessive pour la méthode Ponseti). Ainsi ils confirment l'intérêt de traiter de manière non chirurgicale sans qu'une des méthodes ne soit supérieure à une autre.

Enfin, en 2019, Jeans et al (83) ne démontrent aucune différence entre les deux méthodes concernant les paramètres de la marche même si le groupe de la méthode fonctionnelle semble avoir des fléchisseurs plantaires et dorsaux plus forts que le groupe Ponseti.

### *VI.1.3. Limites de la revue*

Cette revue de littérature présente toutefois quelques limites. Tout d'abord, il ne s'agit pas d'une revue systématique puisque cette dernière est réalisée par un seul individu.

D'autre part, certaines études n'ont pu être incluses dans la revue de littérature étant donné que les versions intégrales n'étaient pas disponibles sur les bases de données utilisées ou que l'étude était encore en cours de réalisation. Ainsi, cela présente un biais de recherche évident.

En outre, les études recueillies au cours de la revue de littérature sont très hétérogènes. Bien que le lien entre l'évaluation du développement moteur et le choix de la thérapie initiale soit de plus en plus documenté dans la littérature scientifique, le nombre d'études sérieuses reste encore limité. En effet, les protocoles observés sont variables, obligeant ainsi le lecteur à analyser les résultats avec précaution.

Finalement, le travail de recherche effectué au cours de ce mémoire ne permet pas d'apporter des éléments de réponse à la problématique initiale. Parmi les deux études sélectionnées à l'issue de cette revue, aucune ne présente une qualité et une rigueur suffisante pour permettre, de manière concrète, de satisfaire les interrogations. C'est pourquoi la proposition d'un protocole reprenant les idées et objectifs essentiels semble pertinent.

## VI.2. Méthode de traitement du PBVE et acquisition de la motricité

Cette proposition de protocole reprend les idées initiales des 2 études retenues dans la revue de littérature tout en s'aidant des autres études vues précédemment. Il s'attache à explorer le développement moteur dans la durée pour deux groupes distinct.

### *VI.2.1. Justification des choix*

#### VI.2.1.1. L'échelle de développement moteur

Lorsqu'on reprend les recommandations de l'HAS concernant le dépistage de retard de développement moteur (36), on se rend compte que deux grandes échelles sont mentionnées : l'échelle de Denver et l'échelle de Brunet-Lézine (développées dans le **point II.4.4**). Validées et fiables, ces dernières restent des échelles de dépistage et non des échelles de suivi. C'est donc pourquoi, il a été fait le choix de ne pas les sélectionner concernant la proposition de protocole.

Cependant, aucune étude ou recommandation ne conseille spécifiquement l'utilisation d'une échelle de développement moteur dans le cadre de la prise en charge du PBVE. L'ensemble des études précédentes ayant utilisé ce type d'échelle, ne précise pas leurs modalités de choix d'outils ce qui aurait pu être judicieux au vu du manque de recommandations et de consensus concernant le PBVE.

Plusieurs échelles sont ainsi mises en avant pour ce qui est du suivi du développement moteur. L'objectif principal de l'étude développée ici, est d'analyser le développement moteur dès les premiers instants de prise en charge autrement dit, immédiatement à la naissance. Sachant cela, plusieurs échelles bien que validées et présentant de bonnes qualités métrologiques, ont dû être écartées : Le Movement Assessment Battery for Children 2 (MABC-2) qui n'évalue qu'à partir de 3 ans ou encore le Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency – 2 (BOT-2) qui n'évalue qu'à partir de 4 ans. L'échelle Bayley-III a pu être écartée du fait de ces moins bonnes qualités psychométriques.

D'autre part, il a été fait le choix de mener l'étude jusqu'aux 6 ans révolus des enfants inclus dans l'étude. Les échelles AIMS (Alberta Infant Motor Scale) et PDMS-2 sont toutes les deux capables de réaliser un suivi jusqu'à 6 ans. L'échelle AIMS que l'on retrouve dans l'étude de Garcia et al (46) présente d'excellentes qualités

psychométriques. Elle est validée pour des investigations cliniques chez des enfants nés prématurément (87,88). Enfin, l'échelle PDMS-2 que l'on retrouve dans certaines études sur le PBVE est à considérer. Il s'agit d'un outil standardisé, déjà validé pour des investigations cliniques chez les enfants nés prématurément (63,64), ceux atteints de paralysie cérébrale (66,67) ou de spectre autistique. Cependant, même si l'investigation pédiatrique semble validée, elle nécessite d'être approfondie dans le domaine des troubles musculo-squelettiques et plus particulièrement celui du PBVE. C'est donc dans un souci de complémentarité de l'étude de Karol et al (59) et Zapata et al (60), l'échelle PDMS-2 a été sélectionnée. En effet, l'échelle PDMS-2 peut être considérée comme test de suivi c'est-à-dire comme critère de réussite par rapport à un traitement.

#### VI.2.1.2. Durée de l'étude

Dans un souci de continuité de l'étude de Karol et al et Zapata et al (59,60), et en reprenant les propos de Aulie et al (82), l'étude débute dès le début du traitement pour observer d'éventuelles différences entre les deux méthodes dès l'initiation du traitement afin d'agir rapidement sur d'éventuelles déficiences.

Le choix de la durée jusqu'au 6 ans de l'enfant se base essentiellement sur le suivi des outils d'évaluation. En effet, l'échelle PDMS-2 s'arrête à 72 mois. Aucune autre échelle de développement moteur n'est capable de débiter l'évaluation dès la naissance et de la poursuivre au-delà des 6 ans. Dans le cas où l'évaluation doit se poursuivre au-delà des 6 ans, il faudrait mettre en place une autre étude utilisant un autre outil qui permet une évaluation du développement moteur à plus long terme comme l'échelle Movement Assessment Battery for Children, Second Edition (MABC-2) ou l'échelle Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, 2<sup>nd</sup> ed. (BOT-2).

#### VI.2.1.3. Le groupe contrôle

Au cours de la rédaction du protocole d'étude, il a été fait le choix de ne pas inclure de groupe contrôle. En effet, l'objectif principal est de comparer les deux méthodes de traitement initial. La présence d'un groupe contrôle avec des sujets sains n'est donc pas nécessaire.

D'autres auteurs se sont penchés sur l'évaluation du développement moteur en comparant à des sujets sains. Différentes études ont pu évaluer le développement moteur chez des enfants sains afin d'obtenir des normes pour d'éventuelles comparaisons (38,57,58). C'est donc à partir de ces données que des auteurs comme Sala et al, Gundawar et al, Zions et al ou encore Zanardi et al (47,55,56,84) ont pu faire la comparaison. D'autres comme Garcia et al, Aulie et al ou encore Hughes et al (46,82,85) se sont basés sur l'inclusion de groupes contrôle permettant ainsi une comparaison immédiate.

C'est pourquoi, la comparaison à des sujets sains pourra se faire en utilisant les résultats de cette littérature.

### *VI.2.2. Limites de l'étude*

#### *VI.2.2.1. L'absence de randomisation concernant l'échantillonnage*

Plusieurs points de l'étude rendent la randomisation impossible. En effet chaque professionnel de santé participant, afin d'apporter les meilleurs soins en terme d'efficacité, se doit d'être formé spécifiquement à l'une ou l'autre des méthodes. Ainsi, chacun devra connaître le groupe qui lui est attribué pour mettre en place la méthode adaptée.

D'autre part, comme vu précédemment, l'exigence de transport quotidien et d'investissement concernant la méthode fonctionnelle incite à laisser la liberté aux parents de choisir l'attribution de leur enfant à un des deux groupes. Aucun auteur ayant déjà pu comparer les deux méthodes n'a pu réaliser de randomisation pour l'inclusion des enfants à l'étude.

#### *VI.2.2.2. La fréquence des évaluations*

Comme vu précédemment se basant sur la description du développement moteur et le contenu de l'échelle PDMS-2, de nombreuses acquisitions sont à évaluer au cours des premiers mois de vie. Ainsi pour assurer un suivi efficace, de nombreux temps d'évaluation doivent être fixés. La fréquence des évaluations se base donc sur le suivi pédiatrique recommandé par l'Assurance Maladie. Cependant, cela demande un investissement de la part des familles, à qui on demande du temps pour le déplacement et

l'évaluation en elle-même. Sachant cela, le risque de « perdu de vue » est à considérer. En effet, lorsqu'on se penche sur les études réalisées précédemment (46,56,84), on peut souvent observer un choix des auteurs d'exclure certains enfants pour des rendez-vous de suivi non honorés. C'est pourquoi, la vigilance se portera sur la rigueur des parents dans leurs investissements. Pour favoriser l'engagement dans les rendez-vous de suivi, il est intéressant de procéder comme Richards et al (18) en contactant les familles lors d'une absence aux visites.

#### VI.2.2.3. La prise en charge du PBVE

Ainsi, plusieurs masseurs-kinésithérapeutes et chirurgiens orthopédistes pédiatriques sont amenés à participer à cette étude. Ce sont sans nul doute des investigateurs familiers de la prise en charge du PBVE. Cependant, il est fort probable que ces derniers n'aient pas tous les mêmes habitudes et préférences de prise en charge.

En effet, même si les recommandations de l'HAS de 2006 sont de bonne qualité, ces dernières ne décrivent pas précisément chacune des méthodes et leur mise en application est encore trop hétérogène. En réalité, les deux méthodes abordées dans ce travail sont décrites et retravaillées depuis des années ce qui fait que chaque professionnel l'utilisant dispose de la liberté de sa mise en application.

Il existe donc un biais évident dans le déroulement global de l'étude et sur les résultats obtenus en fonction des habitudes et préférences de chaque thérapeute. Afin de limiter ce biais, il sera conseillé de suivre précisément la description de chaque méthode vue dans le **point II.2** afin d'avoir une trame de prise en charge commune.

#### VI.2.2.4. Les évaluations initiales

Lorsqu'on reprend les critères de qualité d'une étude selon la « *Checklist for Quasi Experimental Studies* » du Joanna Briggs Institute (53), on peut noter la nécessité de réaliser les outils d'évaluation avant et après l'intervention c'est-à-dire ici, les méthodes de traitement. Cependant, le développement moteur s'acquiert par différentes acquisitions se mettant en place au fur et à mesure de la croissance. Il est donc impossible dans le cas de ce protocole d'évaluer avant l'intervention. Cela sera à prendre en compte comme éventuel biais lors de l'évaluation de la qualité de l'étude.

Cependant, la sévérité initiale du PBVE selon le score de Diméglio reste l'évaluation indispensable à réaliser avant toute intervention. Elle permet un suivi pendant toute la durée de l'étude concernant l'évolution clinique du PBVE. Elle sera donc à réaliser avant mise en place du traitement et à la fin de l'étude comme évaluation finale.

## VII. CONCLUSION

La prise en charge du PBVE est un processus long qui ne cesse d'évoluer au cours des années afin d'apporter les meilleurs résultats possibles. Aujourd'hui les méthodes fonctionnelle et Ponseti constituent la base de la prise en soin avec comme objectif commun d'obtenir un pied fonctionnel et non douloureux mais chacune présente des particularités dans les moyens d'y arriver. Au cours des dernières années, certaines études ont pu se pencher sur le développement moteur des enfants atteints de PBVE traités par l'une ou l'autre des méthodes suite à des inquiétudes des parents concernant d'éventuels retards d'acquisitions lorsque les enfants sont traités par la méthode Ponseti et sa série de plâtres. C'est pourquoi l'objectif de ce mémoire était de savoir **quel est l'impact du choix de la méthode de prise en soin du PBVE sur l'acquisition du développement moteur chez l'enfant de 0 à 6 ans ?**

Ma revue de littérature mise en place montre que peu d'études ont cherché à comparer les méthodes en évaluant le développement moteur dès les premiers instants de vie. Elles en concluent qu'aucune différence significative n'est retrouvée. Cependant, les auteurs précisent les limites de leurs protocoles et notre évaluation de qualité méthodologique nous pousse à adopter un point de vue critique concernant leurs résultats. Ainsi, aucune conclusion définitive n'a pu être posée. C'est pourquoi j'ai proposé un protocole permettant de pallier aux lacunes de la littérature concernant la comparaison des méthodes de traitement en évaluant le développement moteur de 0 à 6 ans.

L'impact du choix de la méthode sur l'acquisition du développement moteur dès les premiers instants n'a que très peu été étudié. Cela peut s'expliquer par la faible incidence de PBVE. Cependant, l'inquiétude des parents concernant les acquisitions de leurs enfants est réelle et a déjà pu être abordée dans plusieurs études. C'est pourquoi, mon étude présente un réel intérêt et permettrait d'apporter des éléments de réponses concrets.

La prise en charge du PBVE reste encore très hétérogène en fonction des régions et des hôpitaux. Même si deux méthodes sont suffisamment décrites, elles ne sont pas toujours proposées aux parents par manque d'équipes formées. La création d'un réseau

d'équipes spécialisées serait intéressant afin de construire une proximité géographique entre familles et kinésithérapeutes compétents.

D'autres part, bien que les études soient peu nombreuses, elles abordent le point particulier d'évaluation du développement moteur à long terme particulièrement à l'adolescence ou âge adulte (61,82). Ceci permettrait d'avoir une comparaison des deux méthodes en évaluant notamment les activités de la vie quotidienne ou encore les performances athlétiques comme à déjà pu le faire Kenmoku et al.

Ce travail m'a permis de développer mes compétences en recherche et de porter un regard critique sur les résultats. Ayant déjà eu l'occasion de pratiquer de la rééducation pédiatrique au sens large, je porte un intérêt particulier aux avancées concernant les dernières publications et recommandations notamment sur le sujet du PBVE. Cela me permet de proposer une prise en charge actualisée et optimale.

## VIII. RÉFÉRENCES

1. Souchet P. Anatomopathologie et classifications. Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot. avr 2006;92(2):178-9.
2. Chotel F, Parot R. Traitement orthopédique du pied bot à la naissance. Méthode du Dr Ponseti. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.soignerunpiedbot.com/qu-est-ce-qu-un-pied-bot/>. Consulté le 15 Février 2021.
3. Bergerault F. Le pied bot varus équin congénital idiopathique : prises-en charge initiale. In : Conférences d'enseignement de la SOFCOT 2012. Elsevier Masson SAS. 2012 ; 173-84.
4. Bergerault F, Fournier J, de Bodman C, de Courtivron B, Bonnard C. Prise en charge initiale du pied bot varus équin en 2012, en France. Rev Chir Orthopédique Traumatol. Juin 2014 ;100(4) : S87-90.
5. Lion et Des Portes. Les grandes étapes du développement psychomoteur entre 0 et 3 ans. Rev Prat. 2004;(54) :6.
6. ANAES (Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé). Masso-kinésithérapie et traitement orthopédique des déformations congénitales isolées du pied au cours des six premiers mois de la vie, recommandations. Janvier 2004.
7. Meunier A. Comparaison des différentes méthodes du traitement du pied bot varus équin et intérêt de la kinésithérapie dans celles-ci. Mémoire de masso-kinésithérapie. Institut des Hautes Etudes paramédicales du Sud (IHEPS). 2014. 80p.
8. Chotel F, Parot R, Seringe R, Berard J, Wicart P. Comparative Study: Ponseti Method Versus French Physiotherapy for Initial Treatment of Idiopathic Clubfoot Deformity. J Pediatr Orthop. 2011 ;31(3) :6.
9. Chotel F, Berard J. Le traitement orthopédique du pied bot varus équin de la naissance à l'âge de la marche. In MOULIES D. TANGUY A. Le pied de l'enfant : chirurgie et orthopédique. Montpellier : Sauramps médical, 2001. P 289-304.
10. Souchet P. Anatomopathologie et classifications. Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot. Avr 2006 ; 92(2) : 178-9. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.pied-bot.fr/assets/anapath.pdf>. Consulté le 8 Mars 2021.
11. Dimeglio A, Canavese F. The French functional physical therapy method for the treatment of congenital clubfoot. J Pediatr Orthop B. janv 2012 ;21(1):28-39.
12. André RP. Prise en charge masso-kinésithérapique d'un nouveau-né pour un Pied Bot Varus Equin bilatéral et par la méthode de Ponseti. :89.
13. Mary P. Traitement orthopédique du pied bot varus équin : en opérer le moins possible. [En ligne]. Disponible sur : <https://devsante.org/articles/traitement-orthopedique-du-pied-bot-varus-quin-en-op-rer-le-moins-possible>. Consulté le 16 Février 2021.

14. Marchal C, André-Vert J. Fiche d'évaluation du pied bot varus équin congénital selon la classification de Diméglio. *Kinésithérapie Rev.* Sept 2006 ;6(56-57) :35-6.
15. Chauchard S. Le Pied Bot Varus Equin Congénital. Traitement masso-kinésithérapique chez le nourrisson par la méthode fonctionnelle : Quels critères de choix entre contention souple et appareillage ? Mémoire de Masso-kinésithérapie. Institut régional de formation aux métiers de rééducation et réadaptation des pays de la Loire (IFM3R). 2016. 49p.
16. El Batti S, Solla F, Clément JL, Rosello O, Oborocianu I, Chau E, et al. Traitement initial du pied bot varus équin congénital idiopathique : facteurs pronostiques. *Rev Chir Orthopédique Traumatol.* Déc 2016 ;102(8) :763-7.
17. Berveiller E. Les capacités fonctionnelles des enfants porteurs de pieds bots varus équin idiopathiques traités par une méthode conservatrice. Mémoire de Masso-kinésithérapie. IFMK Besançon. 2019. 108p.
18. Richards BS, Faulks S, Rathjen KE, Karol LA, Johnston CE, Jones SA. A Comparison of Two Nonoperative Methods of Idiopathic Clubfoot Correction : The Ponseti Method and the French Functional (Physiotherapy) Method: *J Bone Jt Surg-Am Vol.* nov 2008;90(11):2313-21.
19. Wicart P, Chotel F. Traitement conservateur du pied bot varus équin congénital idiopathique : méthode fonctionnelle versus méthode de Ponseti. *Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot.* oct 2008;94(6):197-9.
20. Bronfen C, Lebel B, Geffard B, Mallet JF. Traitement des pieds bots varus équin (PBVE) par la méthode de Ponseti. Étude rétrospective de 113 pieds chez 74 enfants. *Rev Chir Orthopédique Traumatol.* juin 2009;95(4):121-7.
21. Riffard G, Desens F, Bourelle S. Prise en charge des pieds bots varus équins selon la méthode de Ponseti. *Kinésithérapie Rev.* mai 2010;10(101):19-22.
22. Gray K, Pacey V, Gibbons P, Little D, Frost C, Burns J. Interventions for congenital talipes equinovarus (clubfoot). In : *The Cochrane Collaboration*, éditeur. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Chichester, UK : John Wiley & Sons, Ltd ; 2012 [En ligne]. Disponible sur : <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD008602.pub2>. Consulté le 17 Février 2021.
23. Riffard G. Rééducation des pieds bots varus équins après la méthode de Ponseti. *Kinésithérapie, la Rev.* 2010 ; 10(101): 23-5.
24. Van Bosse HJ. Ponseti treatment for clubfeet: an international perspective. *Curr Opin Pediatr.* févr 2011;23(1):41-5.
25. Mary P, Bourée P, Fournier IA, Comolet T. Traitement orthopédique du pied bot varus équin : en opérer le moins possible...2020. [En ligne]. Disponible sur : <https://devsante.org/articles/traitement-orthopedique-du-pied-bot-varus-quin-en-op-rer-le-moins-possible>. Consulté le 16 Février 2021. Consulté le 16 Février 2021.

26. Deram J. Evaluation à long terme des bénéfiques des méthodes avec ou sans intervention de masso-kinésithérapie dans le traitement du pied bot varus équin chez l'enfant. Mémoire de masso-kinésithérapie ; IFMK Berk. 2019. 77p.
27. Souchet P, Delaby JP, Campana M, Chinnappa J, Ilharreborde B, Simon AL. The functional method : experience from the Robert Debré Hospital. *Ann Transl Med.* juill 2021;9(13):1098-1098.
28. Laval V. La psychologie du développement : modèles et méthodes. 4e éd. Malakoff : Dunod ; 2019. (Psycho sup).
29. Bellman M, Byrne O, Sege R. Developmental assessment of children. *BMJ.* 15 janv 2013 ;346(jan15 2) : e8687-e8687.
30. Forestier M. De la naissance aux premiers pas. Erès. 2011. 280 p. (Enfance & Parentalité).
31. Budowski M. Le développement psychomoteur du nourrisson : quand penser à une anomalie ? *Rev Prat.* 2006 ;20(744):2.
32. Le Métayer M. Le développement moteur de l'enfant. Evolution de la locomotion au cours des trois premières années de la vie. 1992. (Motricité cérébrale).
33. Tourette C, Guidetti M. Introduction à la psychologie du développement - Du bébé à l'adolescent. Dunod. 2018. 352 p.
34. Inserm. Déficiences et handicaps d'origine périnatale. Dépistage et prise en charge [En ligne]. Disponible sur : <https://www.ipubli.inserm.fr/handle/10608/56>. Consulté le 16 Avril 2022.
35. Granier I, Roussey M. Développement psychomoteur du nourrisson et de l'enfant. *Rev Prat.* 2006 ; 10 : 445-54.
36. Haute Autorité de Santé. Propositions portant sur le dépistage individuel chez l'enfant de 28 jours à 6 ans, destinées aux médecins généralistes, pédiatres, médecins de PMI et médecins scolaires. 2005.
37. BLR - Échelle de développement psychomoteur de la première enfance de Brunet-Lezine [En ligne]. Pearson Clinical & Talent Assessment. Disponible sur : <https://www.pearsonclinical.fr/blr-echelle-de-developpement-psychomoteur-de-la-premiere-enfance-de-brunet-lezine>. Consulté le 20 Avril 2022.
38. WK Frankenburg, Dodds J, Archer P, Shapiro H, Bresnick B. The Denver II: a major revision and restandardization of the Denver Developmental Screening Test. *PEDIATRICS.* janv 1992;89 (1):91-7.
39. Test de développement de Denver - AFPA [En ligne]. AFPA Association Française de Pédiatrie Ambulatoire. Disponible sur: <https://afpa.org/outil/test-de-developpement-de-denver/>. Consulté le 20 Avril 2022.

40. Prechtl HF, Einspieler C, Cioni G, Bos AF, Ferrari F, Sontheimer D. An early marker for neurological deficits after perinatal brain lesions. *The Lancet*. mai 1997;349(9062):1361-3.
41. Rapport de Conférence - Les Mouvements Généraux - [En ligne]. 2020. Disponible sur: <https://www.lakptn.fr/index.php/2020/03/30/rapport-de-conference-les-mouvements-generaux/>. Consulté le 13 Février 2022.
42. Smith PA, Kuo KN, Graf AN, Krzak J, Flanagan A, Hassani S, et al. Long-term Results of Comprehensive Clubfoot Release Versus the Ponseti Method: Which Is Better? *Clin Orthop*. avr 2014;472(4):1281-90.
43. Dimeglio A, Canavese F. The French functional physical therapy method for the treatment of congenital clubfoot. *J Pediatr Orthop B*. janv 2012;21(1):28-39.
44. Morcuende JA, Dolan LA, Dietz FR, Ponseti IV. Radical Reduction in the Rate of Extensive Corrective Surgery for Clubfoot Using the Ponseti Method. *PEDIATRICS*. 1 févr 2004;113(2):376-80.
45. Faulks S, Richards BS. Clubfoot treatment: Ponseti and French functional methods are equally effective. *Clin Orthop*. mai 2009;467(5):1278-82.
46. Garcia NL, McMulkin ML, Tompkins BJ, Caskey PM, Mader SL, Baird GO. Gross motor development in babies with treated idiopathic clubfoot. *Pediatr Phys Ther Off Publ Sect Pediatr Am Phys Ther Assoc*. Winter 2011;23(4):347-52.
47. Zions LE, Packer DF, Cooper S, Ebrahimzadeh E, Sangiorgio S. Walking age of infants with idiopathic clubfoot treated using the ponseti method. *J Bone Joint Surg Am*. 1 oct 2014;96(19):e164.
48. Church C, Coplan JA, Poljak D, Thabet AM, Kowtharapu D, Lennon N, et al. A comprehensive outcome comparison of surgical and Ponseti clubfoot treatments with reference to pediatric norms. *J Child Orthop*. 1 mars 2012;6(1):51-9.
49. Graf A, Hassani S, Krzak J, Long J, Caudill A, Flanagan A, et al. Long-Term Outcome Evaluation in Young Adults Following Clubfoot Surgical Release. *J Pediatr Orthop*. juin 2010;30(4):379-85.
50. Karol LA, O'Brien SE, Wilson H, Johnston CE, Richards BS. Gait Analysis in Children With Severe Clubfeet: Early Results of Physiotherapy Versus Surgical Release. *J Pediatr Orthop*. mars 2005;25(2):236-40.
51. Gottschalk HP, Karol LA, Jeans KA. Gait analysis of children treated for moderate clubfoot with physical therapy versus the Ponseti cast technique. *J Pediatr Orthop*. mai 2010;30(3):235-9.
52. Gedda M. Traduction française des lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses. *Kinésithérapie Rev*. janv 2015;15(157):39-44.
53. Martin J. Joanna Briggs Institute. Critical Appraisal checklist for Quasi-Experimental Studies (Non randomized experimental studies). 2017 ;7p.

54. Jiménez J, Bräuninger I, Meekums B. Dance movement therapy with older people with a psychiatric condition : A systematic review. *Arts Psychother. avr* 2019;63:118-27.
55. Zanardi A, Fortini V, Abati CN, Bettuzzi C, Salvatori G, Prato E, et al. Standing and walking age in children with idiopathic clubfoot: French physiotherapy versus Ponseti method. *J Child Orthop.* 1 oct 2019 ;13(5):471-7.
56. Sala DA, Chu A, Lehman WB, van Bosse HJP. Achievement of gross motor milestones in children with idiopathic clubfoot treated with the Ponseti method. *J Pediatr Orthop.* janv 2013;33(1):55-8.
57. Capute AJ, Shapiro BK, Palmer FB, Ross A, Wachtel RC. Normal gross motor development : the influences of race, sex and socio-economic status. *Dev Med Child Neurol.* 12 nov 2008 ;27(5):635-43.
58. WHO MULTICENTRE GROWTH REFERENCE STUDY GROUP, Onis M. WHO Motor Development Study: Windows of achievement for six gross motor development milestones: Windows of achievement for motor milestones. *Acta Paediatr.* 2 janv 2007 ;95 :86-95.
59. Karol LA, Jeans KA, Kaipus KA. The Relationship Between Gait, Gross Motor Function, and Parental Perceived Outcome in Children With Clubfeet. *J Pediatr Orthop.* Mars 2016;36(2):145-51.
60. Zapata KA, Karol LA, Jeans KA, Jo CH. Clubfoot Does Not Impair Gross Motor Development in 5-Year-Olds. *Pediatr Phys Ther Off Publ Sect Pediatr Am Phys Ther Assoc.* avr 2018;30(2):101-4.
61. Zapata KA, Karol LA, Jeans KA, Jo CH. Gross Motor Function at 10 Years of Age in Children With Clubfoot Following the French Physical Therapy Method and the Ponseti Technique. *J Pediatr Orthop.* oct 2018;38(9):e519-23.
62. M.Rhonda Folio, Fewel RR. Peabody Developmental Motor Scale. Examiner's manual. 2nd edition. TX: Pro-Ed. 2000. (Austin).
63. Wouldes TA, LaGasse LL, Huestis MA, DellaGrotta S, Dansereau LM, Lester BM. Prenatal methamphetamine exposure and neurodevelopmental outcomes in children from 1 to 3years. *Neurotoxicol Teratol.* mars 2014;42:77-84.
64. Wang TN, Howe TH, Lin KC, Hsu YW. Hand function and its prognostic factors of very low birth weight preterm children up to a corrected age of 24 months. *Res Dev Disabil.* févr 2014;35(2):322-9.
65. Tavasoli A, Azimi P, Montazari A. Reliability and Validity of the Peabody Developmental Motor Scales-Second Edition for Assessing Motor Development of Low Birth Weight Preterm Infants. *Pediatr Neurol.* oct 2014;51(4):522-6.
66. Boulton JE, Kirsch SE, Chipman M, Etele E, White AM, Pape KE. Reliability of the Peabody Developmental Gross Motor Scale in Children with Cerebral Palsy. *Phys Occup Ther Pediatr.* janv 1995;15(1):37-52.

67. Mattern-Baxter K, McNeil S, Mansoor JK. Effects of Home-Based Locomotor Treadmill Training on Gross Motor Function in Young Children With Cerebral Palsy: A Quasi-Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil.* nov 2013;94(11):2061-7.
68. Clutterbuck GL, Auld ML, Johnston LM. High-level motor skills assessment for ambulant children with cerebral palsy : a systematic review and decision tree. *Dev Med Child Neurol.* juin 2020 ;62(6):693-9.
69. Holloway JM, Long TM, Biasini F. Relationships Between Gross Motor Skills and Social Function in Young Boys With Autism Spectrum Disorder. *Pediatr Phys Ther.* juill 2018;30(3):184-90.
70. Grigoriu AI, Lempereur M, Bouvier S, Padure L, Brochard S. Characteristics of newly acquired gait in toddlers with unilateral cerebral palsy : Implications for early rehabilitation. *Ann Phys Rehabil Med.* Mai 2021 ;64(3):101333.
71. Karol LA, Jeans K, ElHawary R. Gait analysis after initial nonoperative treatment for clubfeet : intermediate term followup at age 5. *Clin Orthop.* mai 2009;467(5):1206-13.
72. El-Hawary R, Karol LA, Jeans KA, Richards BS. Gait analysis of children treated for clubfoot with physical therapy or the Ponseti cast technique. *J Bone Joint Surg Am.* juill 2008;90(7):1508-16.
73. Daltroy L, Liang M, Fossel A, et al. The POSNA pediatric musculoskeletal functional health questionnaire : report on reliability, validity, and sensitivity to change. Pediatric Outcomes Instrument Development Group. Pediatric Orthopaedic Society of North America. *J Pediatr Orthop.* 1998 ;18:561-71.
74. Haynes R, Sullivan E. The Pediatric Orthopaedic Society of North America pediatric orthopaedic functional health questionnaire : an analysis of normals. *J Pediatr Orthop.* 2001 ;21 :619-21.
75. Kapp C, Perlini T, Baggio S, Stéphan P, Rojas-Urrego A, Rengade CE, et al. Qualités psychométriques du Consumer satisfaction questionnaire (CSQ-8) et du Helping alliance questionnaire (HAQ): *Santé Publique.* 8 juill 2014; Vol. 26(3):337-44.
76. Larsen DL, Attkisson CC, Hargreaves WA, Nguyen TD. Assessment of client/patient satisfaction : Development of a general scale. *Eval Program Plann.* Janv 1979 ;2(3) :197-207.
77. Attkisson C, Charnbon O. Questionnaire de satisfaction du client.
78. Caisse nationale d'Assurance Maladie. Visites médicales de l'enfant : examens obligatoires | [service-public.fr](https://www.service-public.fr) [En ligne]. Disponible sur : <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F35490/0?idFicheParent=F967#0>. Consulté le 20 Avril 2022.
79. Dansberger C. Guidelines to PDMS-2. Aout 2011 ;24.

80. Dillmann J, Schwarzer G, Peterlein CD. Motor and cognitive functioning in children treated for idiopathic clubfoot at the age of 3 years. *BMC Pediatr.* 30 oct 2019;19(1):394.
81. Lööf E, Andriess H, André M, Böhm S, Iversen MD, Broström EW. Gross Motor Skills in Children With Idiopathic Clubfoot and the Association Between Gross Motor Skills, Foot Involvement, Gait, and Foot Motion. *J Pediatr Orthop.* août 2019;39(7):359-65.
82. Aulie VS, Halvorsen VB, Brox JI. Motor abilities in 182 children treated for idiopathic clubfoot: a comparison between the traditional and the Ponseti method and controls. *J Child Orthop.* 1 août 2018;12(4):383-9.
83. Jeans KA, Karol LA, Erdman AL, Stevens WRJ. Functional Outcomes Following Treatment for Clubfoot: Ten-Year Follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 5 déc 2018;100(23):2015-23.
84. Gundawar CS, Desai SS, Borkar SS, Ranade A, Patel S, Oswal AV. Prospective Study of Gross Motor Milestones in Children with Severe Idiopathic Clubfoot Treated by Ponseti Method. *Indian J Orthop.* févr 2021;55(1):183-7.
85. Hughes K, Gelfer Y, Cokljat M, Wientroub S, Yavor A, Hemo Y, et al. Does idiopathic congenital talipes equinovarus have an impact on attainment of developmental milestones? A multicentre international study. *J Child Orthop.* 1 août 2019;13(4):353-60.
86. Majnemer A, Rosenblatt B. Reliability of parental recall of developmental milestones. *Pediatr Neurol.* juin 1994;10(4):304-8.
87. Albuquerque PL de, Lemos A, Guerra MQ de F, Eickmann SH. Accuracy of the Alberta Infant Motor Scale (AIMS) to detect developmental delay of gross motor skills in preterm infants: A systematic review. *Dev Neurorehabilitation.* 2 janv 2015;18(1):15-21.
88. Spittle AJ, Doyle LW, Boyd RN. A systematic review of the clinimetric properties of neuromotor assessments for preterm infants during the first year of life. *Dev Med Child Neurol.* avr 2008;50(4):254-66.

## **IX. ANNEXES**

### **TABLE DES ANNEXES**

<b><u>Annexe I</u></b> : Fiche d'évaluation de la sévérité du PBVE selon le score de Diméglio (Marchal et al, 2006).....	II
<b><u>Annexe II</u></b> : Tableau récapitulatif des éléments du développement psychomoteur à rechercher selon l'INSERM (rapport de l'INSERM, 2004).....	III
<b><u>Annexe III</u></b> : Échelle de développement moteur de la première enfance de Brunet-Lézine (Brunet O, Lézine I, 2001).....	IV
<b><u>Annexe IV</u></b> : Test de développement de Denver (Tardieu et al, 1992) .....	VIII
<b><u>Annexe V</u></b> : Tableau récapitulatif des équations de recherche .....	IX
<b><u>Annexe VI</u></b> : Evaluation de la qualité méthodologique des études : « <i>Checklist for Quasi Experimental Studies</i> » du Joanna Briggs Institute. ....	X
<b><u>Annexe VII</u></b> : Tableau récapitulatif des caractéristiques des études .....	XI
<b><u>Annexe VIII</u></b> : Tableau récapitulatif de la qualité des études sélectionnées .....	XII
<b><u>Annexe IX</u></b> : Tableau récapitulatif des résultats .....	XIII
<b><u>Annexe X</u></b> : Extrait du test Peabody Developmental Motor Scale-2 <sup>nd</sup> e Edition (PDMS-2) .....	XIV

**Annexe I** : Fiche d'évaluation de la sévérité du PBVE selon le score de Diméglio (Marchal et al, 2006)

Nom : \_\_\_\_\_ Prénoms : \_\_\_\_\_ Date de naissance : \_\_\_\_\_  
 Nom du praticien : \_\_\_\_\_ Score à la naissance et grade : \_\_\_\_\_ Date de l'examen : \_\_\_\_\_

ADUCTION AVANT PIED GAUCHE		14	ADUCTION AVANT PIED DROIT		14
				 Avant Latéral	
ADUCTION BCF GAUCHE		14	ADUCTION BCF DROIT		14
				 Antérie Latéral	
BCF = bloc calcano-pédon					
VARUS ARRIÈRE PIED GAUCHE		14	VARUS ARRIÈRE PIED DROIT		14
				 Haut Médial	
ÉQUIN GAUCHE		14	ÉQUIN DROIT		14
				 Haut Avant	

PLI CUTANÉ MÉDIAL GAUCHE	/1	PLI CUTANÉ MÉDIAL DROIT	/1
PLI CUTANÉ POSTÉRIEUR GAUCHE	/1	PLI CUTANÉ POSTÉRIEUR DROIT	/1
CAVUS GAUCHE	/1	CAVUS DROIT	/1
DÉFICIENCE MUSCULAIRE GAUCHE	/1	DÉFICIENCE MUSCULAIRE DROITE	/1
SCORE PIED GAUCHE	/20	SCORE PIED DROIT	/20
GRADE PIED GAUCHE	I II III IV	GRADE PIED DROIT	I II III IV

**Annexe II :** Tableau récapitulatif des éléments du développement psychomoteur à rechercher selon l'INSERM (rapport de l'INSERM, 2004)

---

**Motricité**

Renforcement du tonus axial dans un sens céphalo-caudal, les acquisitions motrices progressent de façon descendante

Contrôle de la tête à 3 mois

Station assise avec appui latéral des mains à 6 mois

Station assise sans appui à 7-9 mois

Station debout avec appui à 9 mois

Station debout sans soutien à 10-12 mois

Marche autonome à 12-18 mois

Monte les escaliers à 18 mois, court, saute sur deux pieds

**Préhension**

3 mois : préhension au contact

4-5 mois : préhension active et volontaire de l'objet (cubito-, digito- puis radio-palmaire)

6 mois : passe d'une main à l'autre

9 mois : opposition pouce-index

12 mois : manipulation plus fine (pastille dans une bouteille)

18 mois : tour de 3 cubes, commence à manger seul

24 mois : tour de 6-8 cubes, tourne les pages d'un livre

36 mois : se déshabille seul, déboutonne, mange seul

**Langage**

Gazouillis-voyelles à 3 mois

Babillage-consonnes à 6 mois

Papa-maman non spécifique à 8 mois

Papa-maman approprié à 10 mois

Jargon et 3 mots à 14-15 mois

Nomme les cinq parties du corps à 18 mois

18-24 mois : explosion lexicale, reproduit sons et rythme

Vocabulaire de 50 mots à 24 mois, phrases de 2-3 mots, « je-moi-tu »

**Interactions sociales**

0-3 semaines : fixe le regard

6 semaines-3 mois : sourire social (« réponse »)

3-6 mois : sourire sélectif, rire aux éclats à 4 mois

7-8 mois : répond à son prénom

8-9 mois : peur de l'étranger, permanence de l'objet

9 mois : réponse à un ordre simple accompagné d'un geste (au revoir, bravo)

20 mois : accès à la fonction symbolique

24 mois : « oui, non », obéit à un ordre simple, « jeu parallèle »

---





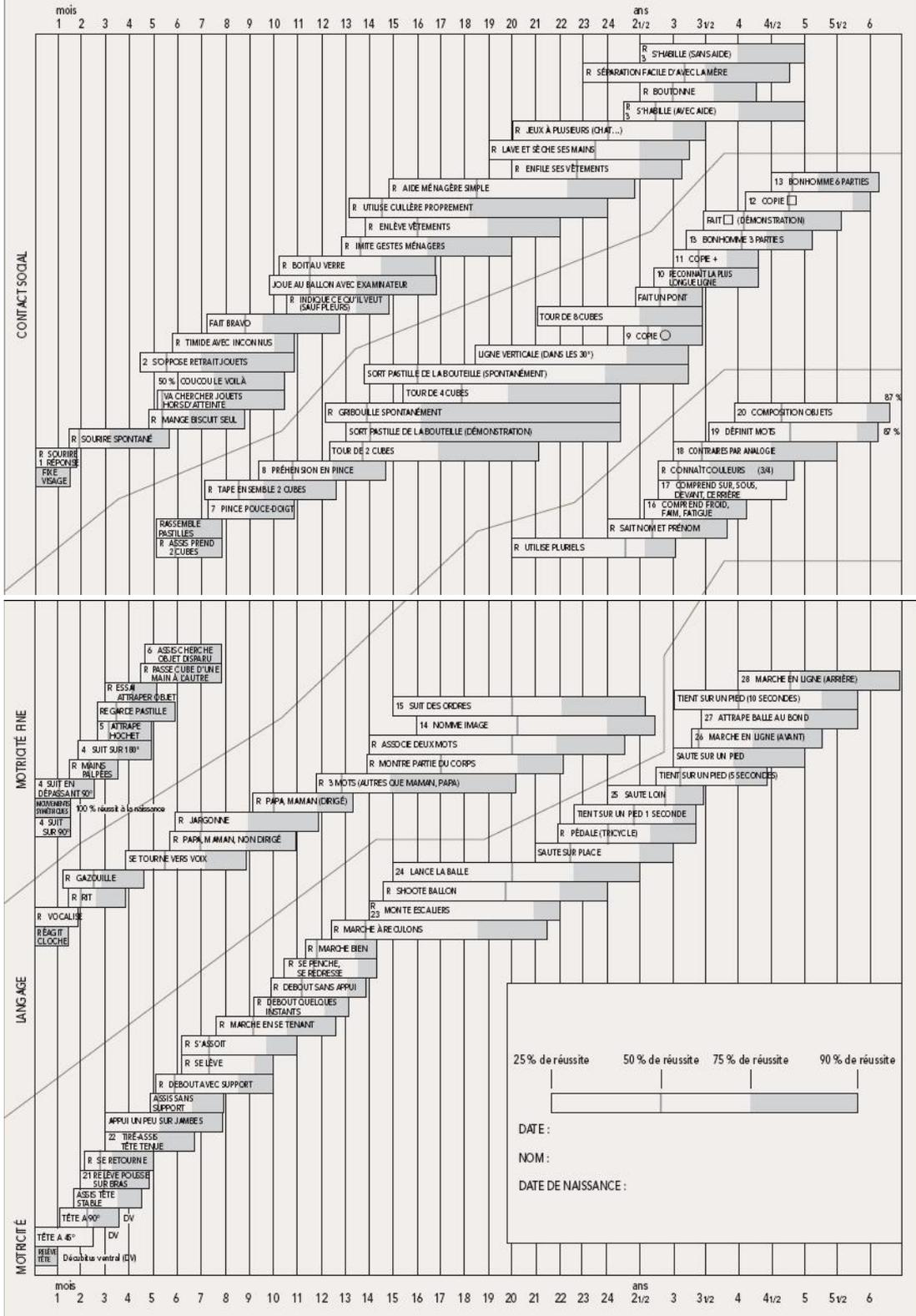




**Annexe IV : Test de développement de Denver (Tardieu et al, 1992)**

Figure 1

Test de développement de Denver. Tracer une croix quand l'épreuve est réussie ; on obtient ainsi un «âge» de compétence pour chacun des quatre groupes. Le «R» en début de rectangle signifie que l'épreuve peut être considérée comme réussie si les parents rapportent que l'enfant la réalise. Le chiffre en début de rectangle renvoie à des notes expliquant comment faire passer l'épreuve (voir page 58). (D'après C. Vachon et M. Tardieu, *Revue du Praticien*, 1992 ; 42 : 114-5)



**Annexe V** : Tableau récapitulatif des équations de recherche

Bases de données	Equations de recherche	Résultats
PUBMED	((((Clubfoot[Text Word]) OR (Clubfeet[Text Word])) OR (Equinovarus[Text Word])) OR (Clubfoot[MeSH Terms])) OR ("Congenital talipes equinovarus"[MeSH Terms])) AND (((("gross motor development"[Text Word]) OR ("milestones"[Text Word])) OR (skills[Text Word])) OR (gait[Text Word])) OR (walk*[Text Word])) OR (deambulation[Text Word]))	<b>606 résultats</b>
PEDRO	<i>Abstract and Title</i> : « Clubfoot* » <i>Body Part</i> : « Foot or ankle »	<b>16 résultats</b>
COCHRANE	#1 MeSH descriptor: [Clubfoot] explode all trees #2 Clubfoot* OR Clubfeet* OR Equinovarus* #3 Gross Motor Development* OR Milestones* OR Skills* OR Gross Motor Function* OR gait* OR walk* OR deambulation* #4 (#1 OR #2) AND #5	<b>56 résultats</b>

**Annexe VI** : Evaluation de la qualité méthodologique des études : « *Checklist for Quasi Experimental Studies* » du Joanna Briggs Institute.

**JBI Critical Appraisal Checklist for Quasi-Experimental Studies  
(non-randomized experimental studies)**

Reviewer \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

Author \_\_\_\_\_ Year \_\_\_\_\_ Record Number \_\_\_\_\_

	Yes	No	Unclear	Not applicable
1. Is it clear in the study what is the 'cause' and what is the 'effect' (i.e. there is no confusion about which variable comes first)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Were the participants included in any comparisons similar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Were the participants included in any comparisons receiving similar treatment/care, other than the exposure or intervention of interest?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Was there a control group?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Were there multiple measurements of the outcome both pre and post the intervention/exposure?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Was follow up complete and if not, were differences between groups in terms of their follow up adequately described and analysed?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Were the outcomes of participants included in any comparisons measured in the same way?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Were outcomes measured in a reliable way?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Was appropriate statistical analysis used?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Overall appraisal: Include  Exclude  Seek further info

Comments (Including reason for exclusion)

---



---



---

**Annexe VII :** Tableau récapitulatif des caractéristiques des études

	<b>García et al (2011)</b>	<b>Zanardi et al (2019)</b>
<b>Design</b>	Etude prospective comparative	Etude prospective comparative
<b>Objectif</b>	Evaluer l'acquisition des étapes du développement moteur chez des enfants traités pour un PBVE.	Evaluer l'âge d'acquisition des étapes du développement moteur dans deux groupes d'enfants atteints de PBVE
<b>Population</b>	52 enfants Moy d'âge : / Moy Diméglio : entre 11 et 18 Latéralité : 18 unilatéraux et 8 bilatéraux	52 enfants (40 garçons et 12 filles) Moy d'âge : 24,3 jours Moy Diméglio : 12 Latéralité : 27 unilatéraux, 25 bilatéraux
<b>Intervention</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Méthode Ponseti (12)</li> <li>- Méthode fonctionnelle (9)</li> <li>- Méthode mixte (5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Méthode Ponseti (26)</li> <li>- Méthode fonctionnelle (26)</li> </ul>
<b>Paramètres évalués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Age d'acquisition des étapes du DM (6 étapes)</li> <li>- Corrélation entre le score de Diméglio et le score AIMS à 9 mois</li> <li>- Corrélation entre latéralité et score AIMS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Age d'acquisition des 3 étapes du DM : assis-débout, cabotage, marche autonome</li> <li>- L'influence de l'âge au début du traitement, le sexe, le score de Diméglio, la latéralité et le besoin de ténotomie sur l'acquisition des étapes du DM</li> </ul>
<b>Critères de jugement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Score AIMS (Albert Infant Motor Scale)</li> <li>- Rapport des parents sur l'acquisition Des 6 étapes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapport des parents sur l'acquisition des 3 étapes</li> <li>- Observation du kinésithérapeute lors des visites</li> </ul>

**Annexe VIII** : Tableau récapitulatif de la qualité des études sélectionnées

<b>Etudes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>Total</b>
Zanardi and al, 2019	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Green	<b><u>33%</u></b>
Garcia and al, 2011	Green	Yellow	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	<b><u>66%</u></b>

**Annexe IX :** Tableau récapitulatif des résultats

Auteurs	Zanardi et al	Garcia et al
Sains VS PBVE	PBVE entraine un retard d'acquisition du DM	
Retard approximatif de 2 mois pour les 3 étapes de DM des PBVE par rapport aux pieds sains	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AIMS à 3 et 6 mois : aucune différence</li> <li>- AIMS à 9 et 12 mois : retard</li> <li>- AIMS à 15 mois : différence qui n'est plus significative</li> </ul>	
Ponseti VS Fonctionnelle	/	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapport des parents précise un retard pour ramper, assis-debout et marche indépendante</li> <li>- Mais pas significatif pour retournements et station assise</li> </ul>
Corrélation caractéristiques et retard d'acquisition	Pas de différence significative entre les deux groupes	Pas de corrélation significative que ce soit pour la latéralité, le sexe, la sévérité ou la présence de ténonomie

**Annexe X :** Extrait du test Peabody Developmental Motor Scale-2<sup>nd</sup>e Edition (PDMS-2)

Item #	Age in Months	Item NAME, Position, and Description	Score Criteria	Administration			
				1	2	3	4
10 Start: 6 months	4	<b>ALIGNING HEAD</b> <i>(Sitting, supported with pillow around hips)</i> Dangle toy on a string 12 in. in front of child. Slowly move toy in 180-degree arc, from in front of child to his or her left side, back to front, and then to right side. (Count 4 seconds per segment of movement cycle: left, front, right, front.)	2 Holds head aligned for 8 seconds while rotating head to follow toy 1 Holds head aligned for 4-7 seconds while rotating head to follow toy 0 Holds head aligned for less than 4 seconds				
11	5	<b>SITTING</b> Place child in sitting position, hands on surface beside knees. When balance is secure, release child.	2 Maintains balance for 8 seconds 1 Maintains balance for 3-7 seconds 0 Maintains balance for less than 3 seconds				
12 Start: 7-9 months	6	<b>SITTING/REACHING</b> <i>(Sitting, pillow supporting hips)</i> Attract child's attention to toy on a string suspended at midline 12 in. in front of child's chest.	2 Maintains balance for 8 seconds while extending arms and hands to grasp toy 1 Maintains balance for 5-7 seconds while extending arms and hands to grasp toy 0 Maintains balance for less than 5 seconds				
13	6	<b>PULLING TO SIT</b> <i>(Lying on back, feet toward you)</i> Hold index fingers out, touching child's hands, if necessary, to get child to grasp them. Once fingers are grasped, say, "Get up." Pull your hands back so child's arms become straight.	2 Pulls up to sitting position 1 Pulls up 45-90 degrees from the surface 0 Pulls up less than 45 degrees or remains lying on surface				
14 Start: 10-11 months	6	<b>SITTING</b> Place child in sitting position and release your support.	2 Sits unsupported for 60 seconds 1 Sits unsupported for 30-59 seconds 0 Sits for less than 30 seconds				
15	7	<b>SITTING WITH TOY</b> Place child in sitting position and release your support. Place toy 12 in. in front of child. Say, "Get the toy."	2 Retrieves toy, returns to upright sitting, and maintains balance for 30 seconds 1 Retrieves toy, returns to upright sitting, and maintains balance for 15-29 seconds 0 Fails to retrieve toy, return to upright sitting, or maintain balance for 15 seconds				
16 Start: 12-15 months	9	<b>SITTING</b> Place child in sitting position and release your support. Give toy to child and say, "Play with the toy."	2 Maintains balance for 60 seconds while manipulating toy 1 Maintains balance for 30-59 seconds while manipulating toy 0 Maintains balance for less than 30 seconds				
17	10	<b>RAISING TO SIT</b> <i>(Lying on back)</i> Place child on back on floor. Attract child's attention to toy and then place it on chair where child can see it. Say, "Get the toy."	2 Pulls up to sitting position, using chair for support 1 Grasps chair and rotates body in effort to raise up 0 Remains lying on floor				
18	10	<b>SITTING UP</b> <i>(Lying on stomach)</i> Place child on stomach on floor. Attract child's attention to toy; then hold toy out of child's reach, about 2 ft. above floor. Say, "Get the toy."	2 Raises to sitting position 1 Attempts to maneuver into sitting position 0 Remains lying on floor				
19 Start: 16-26 months	13	<b>KNEELING</b> Place child in a kneeling position, buttocks not resting on heels. Keeping toy at child's eye level and about 2 ft. away, move it in arc to one side of child. Say, "Watch the toy." Return toy to starting position and then move it in arc to other side. (Take about 4 seconds for each segment of movement cycle: front to left, left to front, front to right, right to front.)	2 Maintains balance for 5 seconds while rotating head 1 Maintains balance for 2-4 seconds 0 Maintains balance for less than 2 seconds				

Item #	Age in Months	Item NAME, Action, and Description	Score Criteria	Administration			
				1	2	3	4
11	27-28	THROWING BALL—Overhand (Standing in an open area) Demonstrate throwing tennis ball overhand at least 7 ft. Give ball to child. Stand 8 ft. away and say, "Throw me the ball."	2 Initiates throw by moving arm upward and back; ball travels 7 ft. in the air 1 Initiates throw by moving arm down and back, sideways and back, upward, or downward; ball travels 6 ft. or less in the air 0 Drops ball or throws in any direction other than forward				
12	29-30	THROWING BALL—Underhand (Standing in an open area) Demonstrate throwing the tennis ball underhand at least 7 ft. forward. Give ball to child. Stand 8 ft. away and say, "Throw me the ball."	2 Initiates throw by moving arm down and back; ball travels forward 7 ft. in the air 1 Initiates throw by moving arm sideways, upward, or forward; ball travels less than 7 ft. in the air 0 Drops ball or throws in any direction other than forward				
13	29-30	KICKING BALL (Standing in an open area) Kick stationary ball so that it travels at least 6 ft. forward. Place ball 6 in. in front of child and say, "Kick the ball hard like I did."	2 Kicks ball forward 6 ft. using opposing arm and leg movements and initiating kick by extending leg back with bent knee 1 Kicks ball forward 2-6 ft. using opposing arm and leg movements and initiating kick by extending leg back with bent knee 0 Fails to use opposing arm and leg movements or ball travels less than 2 ft.				
14	33-34	CATCHING BALL (Standing in an open area) Stand 5 ft. in front of child. Say, "Catch the ball." Toss ball so that it arrives at chest height, contacting child's outstretched arms.	2 Catches ball with hands and arms extended 1 Brings arms toward chest in effort to catch after ball contacts hands and arms 0 Turns away from ball or arms remain stationary				
15	39-40	THROWING BALL—Overhand (Standing in an open area) Demonstrate throwing tennis ball overhand at least 10 ft. Give ball to child. Stand 11 ft. away and say, "Throw the ball as far as you can."	2 Throws ball forward 10 ft. by moving arm up and back using upper trunk rotation, arms and legs moving in opposition 1 Throws ball forward 3-9 ft. by moving arm up and back or sideways and back using upper trunk rotation, arms and legs moving in opposition 0 Throws ball forward less than 3 ft. or throws ball by moving arm down and back with trunk remaining stationary				
16	39-40	HITTING TARGET—Underhand (Standing 5 ft. from wall) From 5 ft. away, toss tennis ball underhand to 2-ft. target taped on wall (2 ft. above floor). Say, "Throw the ball and hit the target like I did."	2 Hits target 2 of 3 trials using an underhand toss 1 Hits target 1 of 3 trials using an underhand toss 0 Fails to hit target using underhand toss				
17	41-42	CATCHING BALL (Standing in an open area) Stand 5 ft. in front of child. Say, "Catch the ball." Toss ball so that it arrives at chest height.	2 Catches ball with hands (securing it to chest if necessary) with arms bent 45-90 degrees at the elbows and palms up or facing each other 1 Catches ball by encircling it with arms and hands, then pulling ball to chest (arms may be held out straight in preparation to catch) 0 Fails to catch ball				
18	43-44	HITTING TARGET—Overhand (Standing 5 ft. from wall) From 5 ft. away, toss tennis ball twice overhand to 2-ft. target taped on wall (2 ft. above floor). Say, "Throw the ball and hit the target like I did."	2 Hits target 2 of 3 trials using an overhand toss 1 Hits target 1 of 3 trials using an overhand toss 0 Fails to hit target using overhand toss				

Object Manipulation—17

Item #	Age in Months	Item Name, Position, and Description	Score Criteria	Administration			
				1	2	3	4
3	0	RELEASING RATTLE—Disappearing Rattles (Lying on back) Place rattle in child's hand. After child holds rattle for 5 seconds, observe amount of time before release.	2 Drops rattle within 5 additional seconds 1 Drops rattle within 4-5 additional seconds 0 Drops rattle after 5 additional seconds				
4	2	GRASPING RATTLE (Lying on back) Lightly touch child's palm with rattle. Say, "Get your rattle."	2 Grasps rattle 1 Touches rattle with fingers but fails to grasp it 0 Fails to extend fingers				
5	2	HOLDING RATTLE (Lying on back) Place rattle in child's hand.	2 Holds rattle for 30 seconds 1 Holds rattle for 15-29 seconds 0 Holds rattle for less than 15 seconds				
6	3	MANIPULATING RATTLE (Lying on back) Shake rattle and place it in child's hand. Say, "Shake your rattle."	2 Moves rattle 15 degrees 1 Moves rattle 5-14 degrees 0 Moves rattle 4 degrees or less				
7	4	GRASPING RATTLE (Sitting on lap, facing table) Place rattle on table within 3 in. of child's hand. Say, "Get your rattle."	2 Grasps rattle 1 Touches rattle 0 Extends arm toward rattle				
8	5	PULLING STRING (Lying on stomach) Place toy on a string so string is at midline between child's hands. Say, "Get the toy."	2 Grasps string, pulls it, and obtains toy 1 Grasps, touches, or pulls string 0 Looks at toy				
9	5	SECURING PAPER (Sitting on lap, facing table) Place 8.5 x 11 in. paper within 3 in. of child's hand. Say, "Get the paper."	2 Secures paper by pulling with open hand or by wrinkling it 1 Touches paper 0 Extends hand toward paper				
10	5	GRASPING CUBE (Sitting on lap, facing table) Place cube on table within 3 in. of child's hand. Say, "Get the block."	2 Grasps cube for 15 seconds 1 Touches cube for 15 seconds 0 Extends hand to cube but fails to touch				
11	6	GRASPING CUBE (Sitting on lap, facing table) Place cube on table within 3 in. of child's hand. Say, "Get the block." Observe how child picks up cube.	2 Grasps cube with 4th and 5th fingers and palm, or grasps cube with thumb and 1st and 2nd fingers 1 Grasps cube with little finger and palm 0 Grasps cube with whole fist				
12	6	SHAKING RATTLE (Sitting on lap, facing table) Place rattle in child's hand. Say, "Shake your rattle."	2 Holds and moves rattle for 60 seconds 1 Holds and moves rattle for 11-59 seconds 0 Moves rattle for 10 seconds or less				
13	7	SHAKING RATTLE (Sitting on lap, facing table) Shake rattle back and forth through a 90-degree arc 3 times. Place it on table in front of child. Say, "Shake the rattle."	2 Moves rattle 3 times through 90-degree arc 1 Moves rattle 3 times through 45- to 89-degree arc 0 Moves rattle less than 45 degrees or arc less than 3 times				
14	7	GRASPING CUBE (Sitting on lap, facing table) Place cube on table within 3 in. of child's hand. Say, "Get the block." Observe how child picks up cube.	2 Grasps cube with thumb and 1st and 2nd fingers with space visible between cube and palm 1 Grasps cube with 1st and 2nd fingers and heel of palm (no space between cube and palm) 0 Grasps cube with whole fist				
15	8	GRASPING PELLETS (Sitting on lap, facing table) Place 2 food pellets on table within child's reach. Say, "Get all the food."	2 Grasps both pellets at once using a raking motion with fingers 1 Grasps 1 pellet using a raking motion with fingers 0 Touches pellet(s)				

Item #	Age in Months	Item NAME, Position, and Description	Score Criteria	Administration			
				1	2	3	4
7	4	PROPPING ON FOREARMS <i>(Lying on stomach, chin and forearms resting on surface)</i> Attract child's attention to <b>toy on a string</b> and then suspend it 12 in. above child's face.	2. Elevates head and upper trunk 45 degrees and bears weight on forearms for 5 seconds				
			1. Elevates head and upper trunk 45 degrees and bears weight on forearms for 3-4 seconds 0. Elevates head and upper trunk, bearing weight for less than 3 seconds, or fails to elevate trunk				
8	4	ROLLING <i>(Lying on back feet toward you)</i> Shake <b>rattle</b> at midline 12 in. above child's face. Slowly move rattle in arc toward surface. Repeat procedure to other side.	2. Rolls to side with opposite arm crossing midline (both sides)				
			1. Rolls to side with opposite arm crossing midline (one side only) 0. Remains on back				
9	4	EXTENDING ARMS AND LEGS <i>(Lying on stomach, head toward you)</i> Attract child's attention to <b>toy on a string</b> that you dangle at midline 12 in. from child's head. Observe child's arms and legs for 5 seconds.	2. Extends arms and legs (alternately or together) off surface for 3 seconds				
			1. Extends arms and legs (alternately or together) off surface for 1-2 seconds, or moves only arms or legs for 3 seconds 0. Arms and legs remain inactive				
10	5	FLEXING LEGS <i>(Lying on back, bare feet)</i> If child has socks on, remove them and then gently bend both legs toward child's face, wiggle and then release them.	2. Brings feet to mouth for play or grabs feet with hands (both feet must come up, alternately or together)				
			1. Raises feet 90 degrees or less or brings 1 foot to mouth 0. Legs remain on surface				
11	5	EXTENDING ARMS AND LEGS <i>(Lying on back, head in midline)</i> Attract child's attention to <b>toy on a string</b> that you dangle at midline 12 in. from child's head. Observe child's arms and legs for 5 seconds.	2. Raises arms and legs (alternately or together) in smooth, fluid movements within 5 seconds after toy is presented				
			1. Raises arms and legs (alternately or together) within 6-7 seconds after toy is presented 0. Arms and legs remain inactive				
12	6	EXTENDING ARM <i>(Lying on stomach, chin and forearms resting on surface)</i> Attract child's attention to <b>toy on a string</b> just out of reach. Say, "Get the toy."	2. Raises upper trunk, shifts weight to side, lifts free arm, and reaches toward toy				
			1. Raises upper trunk, shifts weight to side, and lifts free arm without reaching toward toy 0. Both arms remain in contact with surface				
13	6	FLEXING BODY <i>(Lying on back, bare feet)</i> Gently bend both legs toward head 3 times. Do not place feet in child's hands, but encourage child to grasp them by saying, "Get your feet."	2. Grasps both feet and holds them for 3 seconds				
			1. Grasps both feet and holds them for 1-2 seconds or grasps 1 foot and holds it for 3 seconds 0. Legs remain on surface				
14	6	PUSHING UP <i>(Lying on stomach, head turned to side, forearms resting on surface)</i> Attract child's attention to <b>rattle</b> . Shake rattle 12 in. in front of child's forehead and 6 in. above child's head.	2. Elevates head and stomach by pushing up with arms, bearing weight on palms for 5 seconds				
			1. Elevates head and stomach by pushing up with arms, bearing weight on palms for 3-4 seconds 0. Bears weight for less than 3 seconds				
15	6	EXTENDING ARM <i>(Lying on back)</i> Shake <b>toy on a string</b> and then hold it 12 in. to right of child's head and 12 in. above surface. Repeat procedure to opposite side.	2. Shifts weight to side and supports self with arm for 3 seconds while extending opposite arm to reach for toy (both sides)				
			1. Shifts weight to side and supports self with arm for 1-2 seconds while extending opposite arm to reach for toy (1 or both sides) 0. Remains on back				

LE ROY

Chloé

PONSETI VS METHODE FONCTIONNELLE : IMPACT DU CHOIX DE LA METHODE DE PRISE EN SOIN DU PBVE SUR L'ACQUISITION DU DEVELOPPEMENT MOTEUR DE L'ENFANT : PROPOSITION DE PROTOCOLE

**Introduction:** Conservative methods are the gold standard for clubfoot treatment with either the Ponseti method or the functional method. Some parents and physical therapists express concern about Ponseti method affect on child's motor development due to greater immobilization and lesser stimulation than functional method. The purpose of this study is to evaluate link between choice of treatment method and development of gross motor function in the management of clubfoot. **Method:** A non-systematic review following PRISMA guidelines was conducted across PubMed, Cochrane and PEDRO databases. **Results:** A total of 2 studies were included. Comparison between the two methods concerning acquisition of gross motor development is studied. Limits of these studies, warrant a research protocol on effect of treatment method's choice on the acquisition of gross motor milestones from birth to 6 years in clubfoot disorder. **Discussion:** Current literature show differences between the treatment methods when assessing motor development at different ages. These studies are heterogeneous, few in number and without real conclusions. Our study is the first to follow motor development from birth to 6 years by comparing the two treatment methods. It could provide further answers.

**Introduction :** Les méthodes conservatrices (méthode Ponseti, méthode fonctionnelle) constituent la référence pour le traitement du pied bot. Certains parents et kinésithérapeutes s'inquiètent de l'impact de la méthode Ponseti sur le développement moteur de l'enfant en raison d'une plus grande immobilisation et d'une moindre stimulation que la méthode fonctionnelle. L'objectif de cette étude est d'évaluer le lien entre le choix de la méthode de traitement et le développement moteur dans le traitement du pied bot. **Méthode :** Une revue non systématique suivant les lignes directrices PRISMA a été menée en utilisant les bases de données PubMed, Cochrane et Pedro. **Résultats :** 2 études sur la comparaison entre les méthodes concernant l'acquisition du développement moteur ont été incluses. Les limites de ces études justifient un protocole de recherche sur l'effet du choix de la méthode de traitement du pied bot sur l'acquisition du développement moteur de la naissance à 6 ans. **Discussion :** La littérature actuelle montre des différences entre les méthodes lors de l'évaluation du développement moteur à différents âges. Ces études sont hétérogènes, peu nombreuses et sans réelles conclusions. Notre étude est la première à suivre le développement moteur de 0 à 6 ans en comparant les deux méthodes de traitement. Elle pourrait apporter des éléments de réponse complémentaires.

**KEYWORDS :** Clubfoot, Ponseti method, Functional method, gross motor development

**MOTS-CLÉS :** Pied Bot Varus Equin, Ponseti, Méthode fonctionnelle, développement moteur

INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE

- 22 avenue Camille Desmoulins 29238 BREST CEDEX 3-

TRAVAIL ÉCRIT DE FIN D'ÉTUDE- Juin 2022

