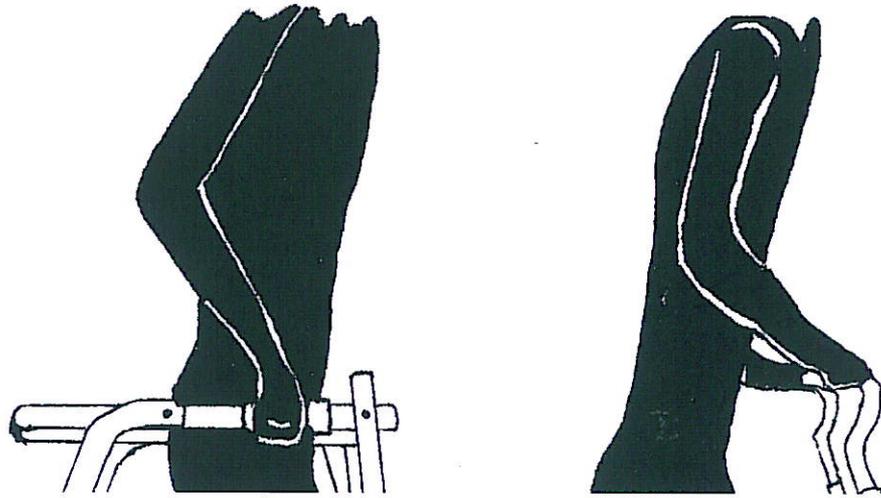
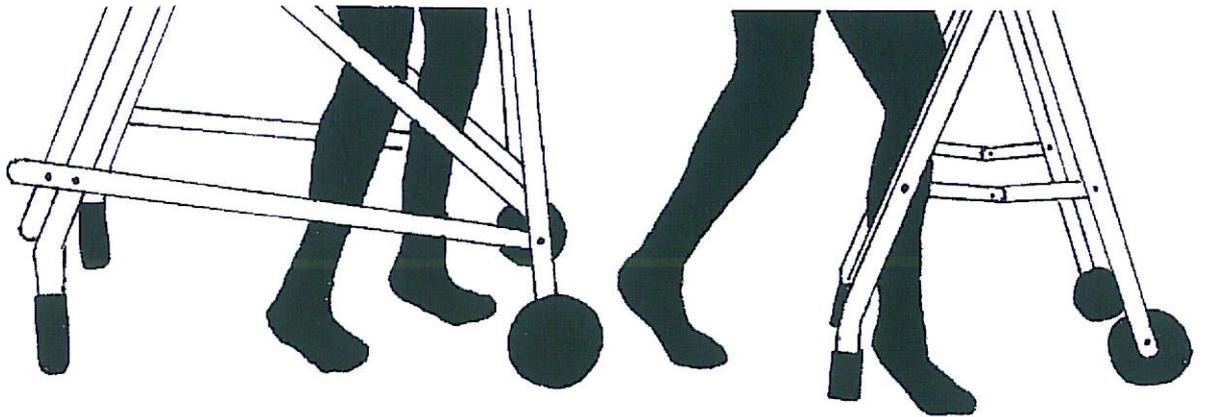


MINISTERE DE LA SANTE  
REGION LORRAINE  
INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE  
DE NANCY



***ANALYSE COMPARATIVE DE LA MARCHE DE L'IMC  
AVEC DEUX TYPES DE DEAMBULATEURS***



Rapport de travail écrit personnel  
présenté par **Anthony FRENOT**  
étudiant en 3<sup>ème</sup> année de kinésithérapie  
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat  
de Masseur-Kinésithérapeute  
2006-2007

## SOMMAIRE

	Page
RESUME	
1. INTRODUCTION.....	1
1. 1. Rappels.....	1
1. 1. 1. Physiopathologiques.....	1
1. 1. 2. Présentation des déambulateurs utilisés.....	3
1. 1. 2. 1. Le déambulateur antérieur.....	3
1. 1. 2. 2. Le déambulateur postérieur.....	4
1. 2. Analyse biomécanique de la marche avec les deux déambulateurs.....	5
1. 3. Objectifs de cette étude.....	6
2. PROTOCOLE EXPERIMENTAL.....	7
2. 1. Présentation clinique des enfants.....	7
2. 2. Présentation du protocole mis en place .....	9
2. 2. 1. Détails du protocole expérimental.....	9
2. 2. 2. Paramètres d'analyses comparatives.....	10
2. 2. 2. 1. Indice de dépense énergétique.....	10
2. 2. 2. 2. Epreuve des 10 mètres de marche.....	10
2. 2. 2. 3. Analyse vidéo.....	11
2. 3. Matériel nécessaire à cette étude.....	12
3. RESULTATS ET ANALYSE COMPARATIVE DES PARAMETRES ETUDIES.....	13
3. 1. Le ressenti des enfants.....	13
3. 2. Evaluation qualitative de la marche.....	15
3. 3. Evaluation quantitative de la marche.....	18

3. 3. 1. Indice de dépense énergétique.....	18
3. 3. 2. Epreuve des 10 mètres de marche.....	19
4. DISCUSSION.....	19
5. CONCLUSION.....	24

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

## **1. INTRODUCTION**

### **1. 1. Rappels :**

#### **1. 1. 1. Physiopathologiques :**

L'infirmité motrice cérébrale (IMC) est un syndrome, et non une maladie, qui associe trouble de la posture et trouble du mouvement. Ce syndrome résulte de lésions encéphaliques précoces, non progressives, non héréditaires et définitives survenues sur un cerveau en voie de développement [selon *G. Tardieu*] (17).

Cette définition englobe tous les degrés de gravité et l'ensemble des variétés topographiques des troubles de la posture et du mouvement, mais seulement dans le cas où la lésion cérébrale responsable est survenue avant l'âge de deux ans. Il peut s'agir d'une lésion se produisant au cours de la vie fœtale (cas le plus fréquent), ou lors de la période néonatale, ou bien encore au cours des deux premières années de vie, période où le développement du système nerveux central est le plus rapide (1).

Les facteurs étiologiques de lésions cérébrales irréversibles les plus souvent rencontrées sont une hypoxie (manque d'oxygène entraînant une leucomalacie périventriculaire (LPV) (annexe I)), des infections du système nerveux et des traumatismes crâniens. De plus, un facteur génétique peut également provoquer la maturation anormale du cerveau. D'autres troubles primaires, non génétiques, sont cependant liés à ce facteur.

La variabilité topographique des lésions cérébrales est à l'origine de trois tableaux cliniques prédominants (1, 4), selon *Freund* et *Little* : atteinte spastique (80%), extra-pyramidale (15%) (athétoses et dystonies), et cérébelleuse (5%) (ataxie) (annexe 1).

Les troubles associés présents chez l'IMC sont (1) :

- psychiques : retard mental, dans ce cas on parle d'IMOC (infirmité motrice d'origine cérébrale),
- sensoriels : troubles visuels (strabisme), troubles auditifs (surdité), troubles sensitifs (ast r gnosies, perturbations kinesthésiques),
- cognitifs : déficiences du langage et de la parole, troubles du schéma corporel, spatiaux...,
- médicaux :  pilepsie, vésico-sphinctériens (dysurie, constipation..).

L'atteinte spastique (cas le plus fréquent) résulte d'une lésion de la substance blanche cérébrale ainsi que du faisceau pyramidal (responsable de la motricité volontaire). Nous retrouvons ainsi plusieurs formes cliniques : l'hémiplégie cérébrale infantile, la diplégie spastique ou *syndrome de Little*, la tripl gie et la quadriplégie spastique (annexe I).

Ces différentes formes entraînent une progression du tableau clinique au fil de la croissance. En effet, des rétractions capsulo-ligamentaires et musculaires se mettent en place, la spasticité évolue ainsi que la croissance différentielle entre l'os et le muscle (l'os croît plus rapidement que le muscle), ce qui aboutit à des hypoextensibilit s et à une diminution de la force musculaire (1).

### **1. 1. 2. Présentation des déambulateurs utilisés :**

De part leurs troubles moteurs, la plupart des enfants atteints d'IMC présentent des difficultés pour marcher de façon autonome. En effet, ces derniers rencontrent des altérations du contrôle postural, mais aussi des insuffisances musculaires, des troubles de la coordination motrice, ainsi que du tonus musculaire (12, 15). C'est pourquoi, des aides techniques de marche (dont les déambulateurs) sont mis à leur disposition afin d'augmenter leur polygone de sustentation et de suppléer leur trouble de l'équilibre. Ils leur apportent un soutien dans la marche et permettent également des temps de récupération (15).

Deux types de déambulateurs sont utilisés en rééducation :

#### **1. 1. 2. 1. Le déambulateur antérieur :**

Plusieurs modèles de déambulateurs existent selon les capacités motrices de l'enfant, son équilibre et son maintien postural (10, 13, 14) :

- le déambulateur standard : appareil de marche sans roulettes, articulé ou non. Il peut être pliable, de hauteur réglable et nécessite un bon équilibre pour le soulever à chaque pas,

- le déambulateur à 2 roues : il possède 2 roues à l'avant en Polyuréthane (PU) et 2 patins à l'arrière en caoutchouc qui évitent tout dérapage. Cet appareil est appelé *rollator* de part la présence de roues. La hauteur des poignées est réglable. Il permet au patient de se déplacer plus aisément (fig. 1),

- le déambulateur à 4 roues : rollator qui nécessite une commande motrice performante car la vitesse de déplacement est plus élevée. L'enfant est donc davantage entraîné dans son

élan vers l'avant. Il est utilisé par les enfants qui présentent des troubles de l'équilibre importants puisqu'ils ne sont pas obligés de le soulever à chaque pas.

Il est possible d'ajouter des options à ces déambulateurs qui sont : siège, tablette, panier.

Ces modèles de déambulateurs existent sous différentes tailles et sont en aluminium. Le réglage de la hauteur standard des poignées se situe entre la crête iliaque et la jonction lombo-sacrée (13), mais il peut varier selon la statique de l'enfant.

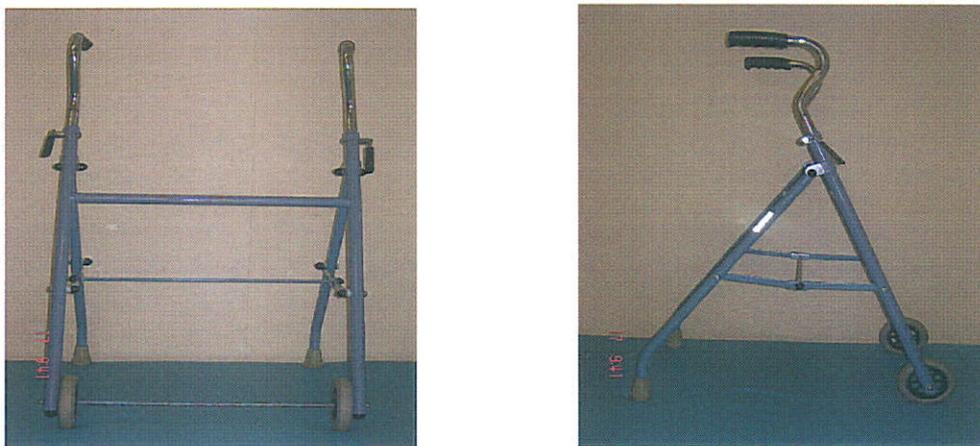


Figure 1 : déambulateur antérieur à 2 roues utilisé pour l'étude

#### 1. 1. 2. 2. Le déambulateur postérieur :

Il existe un seul type de déambulateur postérieur, encore appelé *Key Walker*. Son emploi nécessite un âge minimum de vingt-quatre à trente mois (13). L'utilisation de ce rollator s'est généralisée aux Etats-Unis, puis a fait son apparition en France dans les années 90. Il se présente sous cinq tailles différentes selon l'âge et la morphologie des IMC (10, 13, 14) :

- le modèle de base comporte deux roues avant fixes et deux patins arrière. Il permet un apprentissage de la marche en favorisant le redressement des membres inférieurs et du tronc. Les patins arrière donnent plus de sécurité à l'enfant (fig. 2),

- un autre modèle, qui améliore le rythme et la longueur des pas, comporte deux roues avant fixes et deux roues arrière anti-retour qui empêche l'enfant de reculer.

Son cadre léger en aluminium peut se replier entièrement pour faciliter le transport et le rangement.

Trois options existent : appui-bras, stabilisateur latéral qui maintient le bassin, roues avants pivotantes.



Figure 2 : déambulateur postérieur classique utilisé pour l'étude

Après avoir expliqué les différents types de déambulateurs utilisables, nous allons maintenant procéder à une analyse biomécanique de la marche.

## 1. 2. Analyse biomécanique de la marche avec les deux déambulateurs :

En se référant à la littérature, le rollator postérieur permettrait un apprentissage de la marche favorisant une extension des membres inférieurs et un redressement du tronc. A

l'inverse, l'antérieur favoriserait une flexion des hanches ainsi qu'une position de chute avant du tronc, entraînant un enroulement dorsal en cyphose. C'est pourquoi, l'enfant poussant son rollator antérieur, aurait tendance à se laisser entraîner ce qui provoquerait une inclinaison du tronc vers l'avant. En revanche, avec le rollator postérieur, il serait dans l'obligation de le ramener à lui à chaque pas, réalisant ainsi une extension des membres supérieurs durant la phase d'appui, ce qui faciliterait le redressement (10, 12, 14, 15).

Selon l'expérimentation menée par *Park ES*, il semblerait que la marche avec rollator postérieur nécessite des amplitudes de flexion du tronc, des hanches et des genoux moins importantes qu'avec le déambulateur antérieur. Il apparaît donc que le rollator postérieur, procurerait un meilleur redressement de l'enfant au cours de la marche par rapport à l'antérieur (15).

En ce qui concerne la dépense énergétique (consommation d'oxygène en ml/kg/min), pour *Mattsson E (10)* elle ne présente pas de différence significative. En revanche, pour *Park ES (15)*, le rollator antérieur entraînerait une augmentation du coût énergétique. Dans tous les cas, cette dépense croît considérablement chez les sujets atteints d'IMC comparée à celle des autres individus (personnes sans difficultés motrices, ni troubles de l'équilibre) (12).

### **1. 3. Objectifs de cette étude :**

Cette étude a été réalisée en collaboration avec le Centre d'Education Motrice (CEM) de Flavigny. Son objectif principal est de comparer le résultat ou l'effet obtenu de chacun des

deux rollators sur la marche de cinq enfants atteints d'IMC. Ce type de centre de rééducation pédiatrique a effectivement besoin d'éléments de référence pour orienter les familles afin qu'elles puissent choisir le rollator correspondant le mieux au handicap de leur enfant ainsi que de préciser à l'équipe thérapeutique les bénéfices de chaque rollator.

Le but de cette étude est donc de comparer les deux rollators, pour chaque enfant, à trois niveaux :

- au niveau du coût énergétique engendré, en utilisant l'*Indice de Dépense Énergétique (IDE)*,
- au niveau de la vitesse de déplacement (*épreuve des dix mètres de marche*),
- au niveau de la qualité de marche en réalisant une analyse vidéographique.

## **2. PROTOCOLE EXPERIMENTAL**

### **2. 1. Présentation clinique des enfants :**

Les enfants atteints d'IMC doivent répondre à un certain nombre de critères afin de pouvoir participer au protocole : leur niveau d'équilibre doit leur permettre de marcher avec les deux rollators sans risque de chutes, et avec un périmètre de marche suffisant pour tenir au minimum cinq minutes sans être trop épuisés. Ils doivent être également en capacité de comprendre nos conseils, afin de diminuer les différents défauts d'orientation segmentaire.

La réalisation de cette étude a nécessité une motivation et une implication journalière de la part des enfants, afin d'obtenir un résultat personnel (amélioration du périmètre de marche et de l'autonomie), mais également pour permettre une bonne exploitation des

résultats. Compte tenu de leurs troubles cognitifs, nous avons dû faire preuve de pédagogie et de patience. En effet, au cours de certaines séances, il fut nécessaire de les écouter et de répondre à leurs questions afin de les mettre en confiance, pour pouvoir ensuite travailler la marche.

Nous tenons à préciser que durant l'expérimentation, nous avons été dans l'obligation d'exclure un enfant car celui-ci présentait des troubles intellectuels considérables empêchant la compréhension des consignes.

Notre étude porte sur cinq adolescents IMC âgés de 13 à 19 ans (15,4 ans de moyenne). Cette population est composée de quatre diplospastiques (maladie de *Little*) et d'un quadriplégique spastique : il y a deux filles et trois garçons. Ils sont tous les cinq nés prématurés et ont présenté une décompensation respiratoire à la naissance, responsable de lésions cérébrales d'origine anoxo-ischémique.

Il est à noter que l'enfant quadriplégique (JR) participant à cette étude, présente beaucoup plus de difficultés motrices par rapport aux quatre autres. De plus, il n'a effectué que douze séances d'entraînement (qui seront expliquées par la suite) pour cause chirurgicale d'ablation de matériel. Quant aux autres, ils en ont réalisé une vingtaine. Par conséquent, il faudra en tenir compte dans les résultats de JR.

Les enfants sont internes au bâtiment A (CEM) depuis plusieurs années et suivent un traitement de kinésithérapie trihebdomadaire. Les troubles cognitifs associés ne perturbent pas la compréhension des consignes pour le bon déroulement de l'étude.

Le 12 septembre, un bilan orthopédique sur table a été réalisé pour évaluer les degrés de mobilité des différentes articulations des membres, ainsi que les rétractions capsulo-ligamentaires et musculaires présentes. La spasticité a elle aussi été recherchée par des mobilisations passives plus rapides car elle joue souvent un rôle dans les perturbations de la marche. Cet examen sert à évaluer les limitations articulaires qui peuvent expliquer une boiterie lorsque celles-ci se retrouvent dans la déambulation.

Bien entendu, l'accord des enfants ainsi que celui de leurs parents, a été demandé au préalable. Nous avons également prit soin de faire remplir une autorisation parentale afin de pouvoir filmer leurs enfants, tout ceci dans le cadre d'une recherche kinésithérapique.

## **2. 2. Présentation du protocole mis en place :**

### **2. 2. 1. Détails du protocole expérimental :**

Durant six semaines, nous avons entraîné les enfants à marcher avec les deux types de rollators pendant trente minutes. En effet, tous les jours nous nous occupions d'eux séparément, dans le but de les familiariser avec les appareils avant l'évaluation afin d'éliminer l'appréhension du matériel lors des tests.

Avant l'étude, ils marchaient tous avec un seul type de rollator : trois avec l'antérieur (JR, KB et RP) et deux avec le postérieur (LS et CL).

## 2. 2. 2. Paramètres d'analyses comparatives :

### 2. 2. 2. 1. Indice de dépense énergétique :

L'évaluation finale consiste à réaliser un indice de dépense énergétique (IDE) pour comparer le coût énergétique qu'engendre la marche avec les deux rollators. L'IDE constitue un indice fonctionnel de marche qui apporte une information concernant l'économie et l'efficacité de la marche. Il se réalise dans une salle close, avec un marquage au sol, qui définit un parcours circulaire autour duquel les enfants doivent marcher pendant cinq minutes à vitesse spontanée et régulière (3, 4). Nous mesurons la distance parcourue, et nous relevons la fréquence cardiaque toutes les dix secondes durant la cinquième minute, afin de définir l'IDE grâce à une relation :

$$\text{IDE (bat/m)} = \frac{\text{fréquence cardiaque moyenne de la cinquième minute (bat/min)}}{\text{vitesse de marche (m/min)}}$$

### 2. 2. 2. 2. Epreuve des 10 mètres de marche :

Les enfants ont effectué une épreuve des *dix mètres de marche*, consistant à mesurer leur vitesse de déplacement avec les deux appareils, sur courte distance. Pour ce test, nous avons placé dans un couloir, deux marques au sol distantes de dix mètres (4 mètres avant pour atteindre la vitesse de croisière et 4 après pour décélérer) (17). Pour comparer la vitesse de marche avec les deux rollators, trois mesures ont été accomplies afin d'obtenir une moyenne.

$$V \text{ (m/sec)} : \frac{10 \text{ m}}{\text{Temps moyen (sec)}}$$

### **2. 2. 2. 3. Analyse vidéo :**

Nous avons également réalisé une analyse vidéo portant successivement sur les articulations de la cheville, du genou et de la hanche dans les plans frontal et sagittal, afin de comparer les degrés articulaires durant les différentes phases de la marche, avec chacun des deux rollators.

L'observation de la marche et ses perturbations éventuelles, constitue un point essentiel de l'examen clinique de l'IMC. Cette analyse nécessite un espace vaste, éclairé, calme pour ne pas perturber l'enfant (concentration, facteur E (annexe I)). Elle se réalise d'abord habillé et chaussé puis déshabillé et pieds nus pour mieux apprécier les boiteries liées à des déficiences neuro-motrices, à des troubles du schéma de marche ainsi que pour évaluer le retentissement lors de la marche des déformations orthopédiques mesurées précédemment.

L'examen vidéo permet une description analytique de la marche. Il complète l'évaluation à l'œil nu. Son avantage étant d'être réalisable quotidiennement et à moindre coût par rapport à un système d'analyse vidéo tridimensionnelle *VICON*. Il permet également d'établir un repère visuel de la marche d'un enfant atteint d'IMC, à un moment précis de sa vie et servira d'élément de comparaison au cours de sa croissance pour l'équipe rééducative ainsi que pour l'enfant et sa famille (3).

Grâce aux arrêts sur image, aux ralentis et aux zooms, la vidéo permet d'analyser précisément les différents temps du cycle de marche de l'IMC.

Elle se réalise dans le plan sagittal grâce à des repères cutanés permettant d'apprécier la flexion du tronc (salutation) et de mesurer la flexion/extension de hanche, de genoux, flexion plantaire/dorsale de chevilles ainsi que la longueur et le déroulement du pas. Le plan frontal de face et de dos est également analysé : rotation et abduction/adduction de hanches, genou valgum/varum, valgus/varus d'arrière pied, ainsi que l'inclinaison du tronc. L'analyse vidéo permet d'apprécier la qualité de la marche.

Pour repérer les segments osseux nécessaires à l'étude des amplitudes articulaires, nous utilisons des gommettes :

- plan frontal : - une sur la septième vertèbre cervicale, deux sur les épines iliaques postéro-supérieures afin d'observer de dos.

- deux sur les épines iliaques antéro-supérieures, sur les bases de la patella, sur les bases du tibia, sur les têtes des deuxième métatarsiens pour l'observation de face.

- plan sagittal : deux sur les acromions, sur les grands trochanter, sur les condyles fémoraux latéraux, sur les malléoles latérales et sur les tubérosités des cinquième métatarsiens pour l'observation de profil.

### **2. 3. Matériel nécessaire à cette étude :**

Matériel : un rollator antérieur (2 roues avants et 2 patins arrières), un rollator postérieur (type *Key Walker*), un cardio-fréquencemètre, un chronomètre, une caméra vidéo, un goniomètre, une télévision et des gommettes (fig. 3).



Figure 3 : matériel nécessaire à l'étude

### **3. RESULTATS ET ANALYSE COMPARATIVE DES PARAMETRES ETUDIES**

#### **3. 1. Le ressenti des enfants :**

Pour connaître l'avis des enfants suite à ces six semaines de travail, nous leur avons fait remplir un questionnaire de satisfaction (annexe IV). Il a pour but de montrer s'il existe une différence entre leur ressenti (quel rollator préfèrent-ils) et nos résultats obtenus par l'analyse vidéo ainsi que par les tests quantitatifs. Bien entendu, nous avons pris le temps d'expliquer les questions aux enfants pour être sûr de leur compréhension.

A la présentation du projet, les enfants furent particulièrement coopérants et motivés. En effet, cette initiative était un bon moyen de les divertir tout en travaillant. Puis au fil des jours, certains devinrent réticents à l'idée de suivre l'entraînement quotidien, car il engendrait de la fatigue et demandait des efforts physiques considérables. Au final, suite à notre entretien et au questionnaire qu'ils ont eu à remplir, il est apparu que les enfants étaient plutôt satisfaits d'avoir participé à l'étude.

Les informations recueillies nous indiquent que pour cette étude (annexe V) :

- a : sur les cinq enfants, deux seulement (CL et LS) marchaient avec un déambulateur postérieur avant l'étude et ce, depuis peu de temps : un an pour CL et trois ans pour LS. Les trois autres utilisaient l'antérieur,

- b : deux ont ressenti une amélioration de leur marche au niveau qualitatif mais également au niveau du périmètre de marche,

- c : trois sont plus en sécurité avec le rollator antérieur et deux avec le postérieur. Ces données correspondent à l'utilisation qu'ils avaient avant l'étude. Selon eux, le déambulateur antérieur procure une protection contre les obstacles qui les rassure, alors qu'avec le postérieur, ils ont une sensation de vide. En revanche, les deux autres enfants ressentent une instabilité latérale avec l'antérieur tandis que le *Key Walker* leur offre un soutien grâce aux deux barres horizontales,

- d : les trois enfants qui se sentent plus en sécurité avec le rollator antérieur, ont également plus de facilité à marcher avec celui-ci,

- e : au niveau de leur vitesse de déplacement, trois ont la sensation d'aller plus vite avec le postérieur et deux avec l'antérieur,

- f : trois se sentent plus fatigués en marchant avec le postérieur car celui-ci demande des efforts pour le ramener à chaque pas à la hauteur des pieds. Quand aux deux autres, ils se sentent plus fatigués avec l'antérieur. Un seul résultat de l'IDE ne correspond pas à ces données, celui de KB qui se sent plus rapidement fatigué avec le l'antérieur alors que son IDE est plus important avec le postérieur,

- g : en ce qui concerne la statique posturale du tronc, les cinq se sentent plus redressés avec le postérieur par rapport à l'antérieur qui favorise une chute vers l'avant,

- h : suite à cette expérience, deux enfants aimeraient changer leurs habitudes en utilisant le rollator postérieur, qui avec plus d'entraînement, leur semble mieux adapté. PR est le seul à vouloir garder l'antérieur.

Il est à noter que l'aspect esthétique de l'appareil entre peu en ligne de compte dans le choix des enfants qui préfèrent s'appuyer sur des critères plus qualitatifs.



Figure 4 : statique de l'enfant de profil avec les deux types de rollators

### **3. 2. Evaluation qualitative de la marche :**

Nous utilisons une échelle de qualité de marche pour cette évaluation, que nous nous sommes créée, car les échelles existantes ne sont, semble-t-il, pas adaptées à la marche avec aide technique dans le cadre d'IMC (échelle de *Palisano* par exemple) (annexe II).

Nous allons ainsi décrire les résultats obtenus pour chacun des cinq enfants séparément pour essayer d'en tirer des conclusions générales (annexe III).

Rappel sur les différentes phases de la marche :

- phase I : qualité du positionnement à l'attaque du pas,
- phase II : stabilité du membre inférieur à la phase d'appui,
- phase III : pas postérieur (phase de décollement de talon),
- phase IV : passage du pas (phase d'oscillation au croisement des malléoles).

Tableau I : points positifs de chacun des deux rollators sur la marche des cinq enfants

	<b>Rollator antérieur</b>	<b>Rollator postérieur</b>
<b>Enfant LS</b> (annexe III, tableau I)	- meilleur positionnement cheville phase III	- diminution de la chute antérieure du tronc  - diminution boiterie de <i>Duchenne</i>  - meilleure extension (E) de hanches à la phase III  - passage du pas plus aisé et flexion (F) genoux plus physiologique phase IV
<b>Enfant RP</b> (annexe III, tableau II)	- hyperflexion de genoux majorée avec rollator postérieur phase I, II	- boiteries de <i>Duchenne</i> , de <i>Trendelenburg</i> et redressement du tronc améliorés phase II  - meilleure E de genoux et F hanches phase III  - amplitudes chevilles et genoux plus physiologiques phase IV

	<b>Rollator antérieur</b>	<b>Rollator postérieur</b>
<b>Enfant CL</b> (annexe III, tableau III)	- meilleure F de genoux phase IV mais qui reste déficitaire	- position genoux plus physiologique phase I - meilleur redressement de tronc phase II et III
<b>Enfant KB</b> (annexe III, tableau IV)	- meilleure position de chevilles phase III - passage du pas plus aisé et qui entraîne moins de boiteries	- F chevilles et genoux plus physiologiques mais encore trop importantes phase I - diminution boiterie de <i>Duchenne</i> phase II - meilleure E de hanches et redressement du tronc à la phase III
<b>Enfant JR</b> (annexe III, tableau V)	- boiterie de Trendelenburg légèrement diminuée phase II - amplitudes de genoux plus physiologiques phase IV	- diminution du recurvatum de genoux et de la chute antérieure du tronc phase II - position de chevilles physiologique phase III et IV - meilleure E de hanches et redressement du tronc à la phase III

Une analyse vidéo effectuée manuellement à l'aide d'un goniomètre et d'une télévision nous a permis de réaliser ce tableau.

### 3. 3. Evaluation quantitative de la marche :

#### 3. 3. 1. Indice de dépense énergétique :

L'évolution de la Fréquence Cardiaque (FC), comparée à la consommation d'oxygène, est stable à raison d'exercices progressifs. Ainsi l'IDE constitue un bon indicateur pour évaluer la dépense au cours de la marche. Nous relevons la FC au cours de la cinquième minute, afin que l'état d'équilibre du système cardiorespiratoire obtenu au bout de trois minutes, soit atteint.

Les résultats concernant l'IDE, semblent démontrer que les enfants consomment davantage d'énergie avec le rollator postérieur qu'avec l'antérieur (fig. 5). Sur les quatre enfants ayant un IDE supérieur avec le postérieur, trois ont une différence inférieure à deux battements par mètre (bat/m). JR présente une différence de plus de quatre bat/m qui peut s'expliquer, notamment, par le fait qu'il a éprouvé des difficultés à manœuvrer avec le postérieur et par son manque d'entraînement avec celui-ci. En revanche, nous notons que CL, qui marchait en rollator postérieur avant l'étude, consomme plus d'énergie avec l'antérieur (plus d'un bat/m).

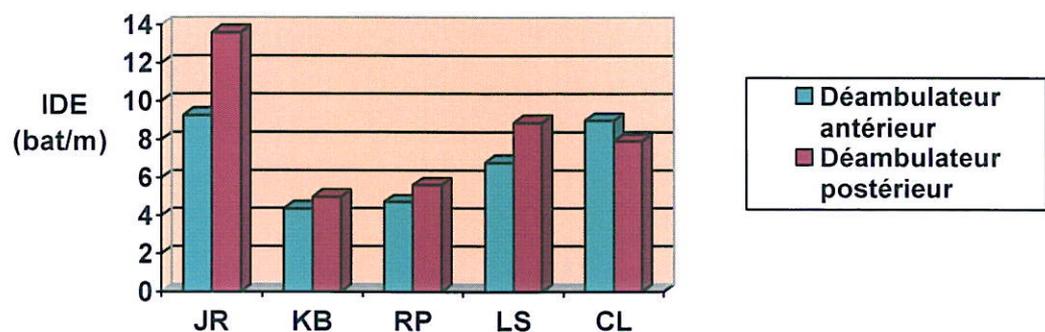


Figure 5 : comparaison des indices de dépenses énergétique

### 3. 3. 2. Epreuve des 10 mètres de marche :

Les résultats obtenus, montrent que trois enfants marchent globalement plus rapidement avec le rollator postérieur et deux avec l'antérieur (fig. 6). Pour quatre d'entre eux, la vitesse est plus élevée avec le rollator avec lequel ils avaient l'habitude de marcher avant l'étude. Seul RP qui marchait à l'aide du rollator antérieur, va plus vite avec le postérieur.

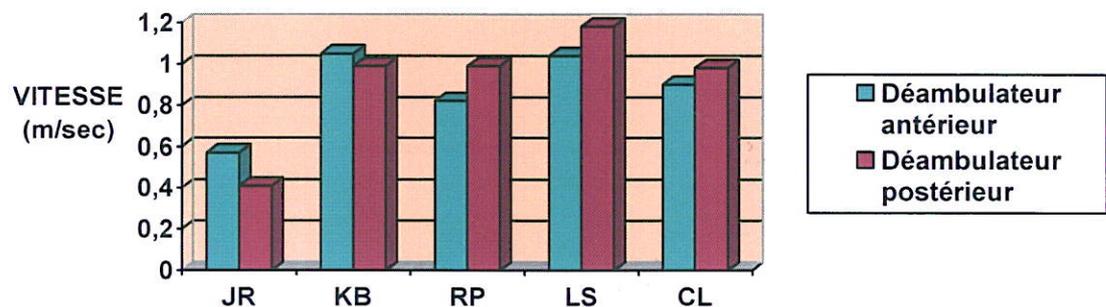


Figure 6 : comparaison de la vitesse de marche sur dix mètres

## 4. DISCUSSION

Cette ébauche de recherche concernant la marche des enfants atteints d'IMC avec deux aides techniques différentes, nous apporte des éléments qualitatifs et quantitatifs pour chaque type de rollator.

En premier lieu, l'analyse vidéographique semble démontrer le bénéfice qu'apporte le rollator postérieur sur la qualité de la marche des cinq enfants. En effet, les scores obtenus sont tous supérieurs avec le rollator postérieur hormis le cas d'un enfant (KB) où les scores

sont égaux (annexe III, tab. VI). L'amélioration se situe principalement au niveau du redressement du tronc, des amplitudes de genoux et de chevilles se rapprochant globalement de la physiologie ainsi que sur la stabilité frontale du bassin. De plus, d'après notre analyse vidéo, le rollator postérieur semble diminuer le temps de double appui au sol, reflétant un enchaînement des pas plus aisé.

Le *Key Walker* améliorerait le contrôle postural du tronc en lui apportant une stabilité dans les deux plans sagittal et frontal ayant comme conséquence une diminution possible des troubles spastiques.

Le *Key Walker*, grâce à son action d'amélioration de l'extension de hanche, notamment lors de la phase de pas postérieur, aurait un effet préventif des flexions de hanches. De plus, suite à la consultation des dossiers médicaux des IMC marchants avec rollator postérieur, nous notons une diminution de la fréquence des interventions chirurgicales sur les fléchisseurs de hanches (muscle psoas et droit fémoral). Par conséquent, il semblerait intéressant d'utiliser le rollator postérieur pour entretenir orthopédiquement les articulations au long court mais également comme outil d'étirement de ces muscles fléchisseurs de hanches lors d'un protocole préopératoire, dans le but de les assouplir au maximum. De plus, il aurait un rôle proprioceptif de redressement actif du tronc, permettant une intégration plus physiologique du schéma de marche.

Ces observations sur la qualité de marche correspondent à celles de *Park* (15) qui pense que le rollator postérieur, grâce à ses conséquences sur les différentes articulations des membres inférieurs, est plus adapté à une position redressée pendant la marche.

Toutefois, compte tenu des difficultés rencontrées dans la prise de mesure angulaire, notre degré de précision n'est pas optimal, comparé à une analyse quantifiée de la marche (AQM). Par conséquent, il serait intéressant, dans une étude ultérieure, d'emmener les enfants dans un laboratoire de marche pour réaliser une AQM afin de confirmer ou d'infirmer nos résultats, par des mesures plus fiables. Cela n'a pas été techniquement réalisable au moment de l'étude mais pourrait faire l'objet d'une recherche complémentaire.

En ce qui concerne les critères quantitatifs mesurés (*IDE* et test des *10m de marche*), il est à noter que les enfants IMC ont une fréquence cardiaque élevée et une vitesse de marche diminuée quand ils utilisent une aide technique de marche (15). Cela signifie qu'il faut tenir compte de la surcharge de travail physiologique qu'engendre le rollator, dans l'interprétation de ces résultats. C'est pourquoi nous avons comparé les résultats obtenus avec les deux rollators et non pas par rapport aux résultats théoriques de sujets sans lésions cérébrales et marchant de façon autonome.

Les résultats de l'*IDE* semblent démontrer une augmentation de la consommation énergétique en utilisant le rollator postérieur. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que la plupart des enfants présentent davantage de facilités à manœuvrer avec le rollator antérieur, étant donné qu'avec le postérieur, leur polygone de sustentation est augmenté, ce qui entraîne un encombrement et une difficulté à se diriger (13).

Les données ainsi obtenues, ne semblent pas coïncider avec celles de *Mattsson* (12) qui n'observe pas de différence de consommation d'énergie (en prenant l'O<sub>2</sub>/m) et ceux de *Park* (15) qui lui trouve une consommation moindre avec le rollator postérieur (en O<sub>2</sub>/m).

Concernant l'épreuve des dix mètres de marche, les résultats semblent dévoiler une légère augmentation de la vitesse spontanée de marche en utilisant le rollator postérieur. Toutefois nous notons que cette différence de vitesse de marche n'excède pas les 0,17 m/sec, sachant que la vitesse moyenne de déplacement est de 1m/sec. Nous ne pouvons donc pas conclure à une différence significative, d'autant que notre étude se restreint à cinq sujets.

Cette tendance observée, semble en accord avec les observations de *Park* (15) et de *Mattsson* (12) qui n'obtiennent pas de différences dans leurs études.

Par ailleurs, pour s'appuyer sur une panoplie d'informations suffisantes, intervenant dans le choix d'un rollator, nous nous sommes intéressés à d'autres critères plus généraux.

En effet, étant donné l'aspect novice du rollator postérieur dans les services de rééducation français, les maisons d'appareillages s'empressent de vanter les qualités de ce matériel. Cependant, il faut savoir qu'il existe une différence de coût et d'indemnisation assez démesurée : le coût de revient d'un rollator antérieur comme celui que nous avons utilisé, se situe autour de 25 euros alors qu'un rollator postérieur de base type *Key Walker* coûte 450 euros en moyenne. De plus, la prise en charge du rollator antérieur est totale tandis qu'elle se situe autour de 10% pour le rollator postérieur.

Ces données interviennent inévitablement dans le choix du rollator par les services de rééducation ainsi que par les familles des enfants.

Nous espérons, suite à nos résultats, que d'autres études seront réalisées dans le but de prouver l'efficacité du rollator postérieur afin d'influencer sur le remboursement intégral du rollator postérieur par la sécurité sociale pour que ce critère ne constitue plus un frein dans le choix du type de rollator.

Nous nous sommes également souciés des petits enfants IMC âgés de 1 à 6 ans, du bâtiment C de Flavigny, pour savoir quelle place et quelle utilisation du rollator postérieur est faite dans ce service. Les informations recueillies, nous indiquent que l'équipe rééducative en place dans ce service, ne présente pas plus d'information sur lesquelles s'appuyer, par rapport à l'équipe du bâtiment A, quant au choix du rollator lorsqu'un enfant en a la nécessité. En revanche, cette équipe a remarqué que quelque soit le type de rollator prescrit, il était préférable d'attendre le plus tard possible pour l'utiliser car le petit enfant, avec le rollator, a tendance à marcher trop rapidement et à acquérir un mauvais schéma de marche qu'il va corticaliser.

L'aspect esthétique, non négligeable dans la société actuelle, intervient peu dans le choix des enfants selon eux. En effet, lorsque les enfants ont rempli le questionnaire de satisfaction, nous nous sommes intéressés à ce paramètre. Ainsi, les cinq enfants prêtent peu d'importance à la forme, aux couleurs ou encore aux options de chaque rollator. Le regard des autres semble secondaire alors que la qualité de marche et la facilité à déambuler, constituent les critères essentiels de leur choix.

Au final, dans le questionnaire, nous notons que deux enfants qui utilisaient le rollator antérieur, souhaiteraient adopter le postérieur, suite à l'étude. Cette information est d'autant

plus marquante lorsqu'on sait à quel point il est difficile de changer les habitudes d'une personne. En effet, les enfants ont ressenti le bénéfice qu'apporte le *Key Walker* sur leur statique globale dans la marche, malgré le surplus d'énergie qu'il engendre, par manque d'habitude, semble-t-il. Cependant, le déficit actuel de rollator postérieur au CEM, ne leur permet pas, dans l'immédiat, de les utiliser au quotidien.

Il serait évidemment intéressant, d'étudier les paramètres de qualité de marche ainsi que la dépense énergétique après plusieurs mois d'utilisation du *Key Walker* dans les activités de la vie quotidienne. L'accoutumance serait alors plus importante et l'effet bénéfique qu'il apporte sur la marche des IMC, en comparaison du rollator antérieur, pourrait éventuellement être confirmé.

## **5. CONCLUSION**

Cette étude réalisée en collaboration avec cinq enfants atteints d'infirmité motrice cérébrale au CEM de Flavigny, semble démontrer quelques avantages à l'utilisation d'un rollator postérieur par rapport à un antérieur. En effet, le rollator postérieur entraîne un meilleur positionnement lors de la marche des différents segments des membres inférieurs ainsi qu'un redressement du tronc, diminuant la chute antérieure.

Toutefois, le temps d'apprentissage de la marche à l'aide des deux rollators étant limité (six semaines), nous ne pouvons exploiter correctement les résultats de l'IDE et de la vitesse de marche car la différence n'est pas assez significative.

Suite à cette étude, d'autres recherches comparatives pourraient être réalisées, avec une population plus importante ainsi qu'avec différents groupes d'âges. Elles pourraient être plus axées sur la qualité de marche par l'intermédiaire d'AQM, sur la dépense énergétique en mesurant la consommation d'oxygène (en ml/kg/min) suite à une utilisation des rollators la journée entière, durant plusieurs mois, pour laisser le temps au système cardio-respiratoire des enfants de s'adapter...

## BIBLIOGRAPHIE

1. **AMIEL-TISON C.** - L'infirmitté d'origine cérébrale. - 2<sup>ème</sup> éd. -Paris : Masson, 2004. - 318 p.
  
2. **AZULAY J. P., ASSAIANTE C., VAUGOYEAU M., SERRATRICE G., AMBLARD B.** - Exploration instrumentale des troubles de la marche. - Encyclopédie médicale chir. neurol., 2005, A75, 12 p.
  
3. **BERARD C., VUILLEROT C.** - Quels examens pour le suivi de l'enfant infirme moteur cérébral marchant - BERNARD J. C. - La marche de l'infirme moteur cérébral enfant et adulte. - Paris : Springer-Verlag, 2005. - p. 13 - 43
  
4. **CRISTOL C., BERARD C.** - Evaluation fonctionnelle de la marche par l'index de dépense énergétique. Valeurs de référence chez l'enfant. - Ann. Réadaptation Méd. Phys., 1998, 41, p. 429 - 433.
  
5. **DAMIANO D. L., ABEL M. F.** - Relation of gait analysis to gross motor function in cerebral palsy. - Dev. Med. Child. Neurol. , 1996, vol 38, n°5, p. 389 - 396.
  
6. **GUIBAL C. H., LAASSEL E. M., DIMEGLIO A.** - Intérêts et limites de l'analyse cinématique et cinétique de la marche chez l'enfant. - DESEZE S., DEBEYRE J., HELD J. P. - Rééducation 1996. - Paris : Expansion scientifique française, 1996. - p. 162 - 171.

- 7. HARIS T., DAMIANO D., ABEL M.** - The energy efficiency index as a functional measure in diplegic cerebral palsy. - Gait and Posture, 1997, vol 5, n°2, p. 42.
- 8. JACQUEMIER M.** - Analyse de la marche chez l'enfant diplégique: implications chirurgicales. - JACQUEMIER M. - Conférences d'enseignement 2005. - Elsevier SAS, 2005. - p. 309 - 325. - Cahiers d'enseignement de la SOFCOT ; 87.
- 9. LACHENAL B., PETITET J. C., RIETZ M. F., JACQUET D., GAVARDIN M.** - Station debout en <<Hanché-croisé>>. - Motricité cérébrale, 2001, vol 22, n°2, p. 69 - 74.
- 10. LOGAN L., BYERS-HINKLEY K., CICCONE C. D.** - Anterior versus posterior walkers : a gait analysis study. - Dev. Med. Child. Neurol. , 1990, vol 32, n°12, p. 1044 - 1048.
- 11. MARCHAND P., TESSIOT C.** - Le déambulateur Charlemagne, une <<histoire de tube>>. - Motricité cérébrale, 2003, vol 24, n°2, p. 59 - 62.
- 12. MATTSSON E., ANDERSSON C.** - Oxygen cost, walking speed, and perceived exertion in children with cerebral palsy when walking with anterior and posterior walkers. - Dev. Med. Child. Neurol. , 1997, vol 39, n°10, p. 671 - 676.
- 13. MILLER F.** - Cerebral palsy. - New York : Springer, 2005. - 1055 p.

- 14. OGLE A. A.** - Kers and other ambulations aids - Phys. Med. Rehabil. State Art Rev. , 2000, vol 14, n° 3, p. 485 - 492.
- 15. PARK E. S., PARK C., KIM J. Y.** - Comparison of anterior and posterior walkers with respect to gait parameters and energy expenditure of children with spastic diplegic cerebral palsy. - Yonsei Medical Journal, 2001, vol 42, n°2, p. 180 - 184.
- 16. PENNECOT G. F.** - Apport de l'analyse quantifiée de la marche au traitement des troubles moteurs. - PENNECOT G. F. - Actes des 12<sup>e</sup> entretiens de l'institut Garches. - Arnette, 1999. - p. 13 - 17.
- 17. TARDIEU G.** – Définition de l'infirmité motrice cérébrale et ses limites : les feuillets de l'infirmité cérébrale. – Paris : association nationale des I.M.C de Paris, 1971.
- 18. TRUDELLE P.** - Kinésithérapie autour de la marche. - Annales de Kinésithérapie, 08/09 2004, n°32 - 33, p. 15 - 17.
- 19. VIEL E.** - La marche humaine, la course et le saut. - Paris : Masson, 2000. - 280 p.
- 20. YEPREMIAN D., KHOURI N., LEJEUNE L., THETIO M., GROS A., MAUVIERE A.** - L'analyse clinique et instrumentale du genou de l'IMC marchant. - Motricité cérébrale, 2006, vol 27, n°1, p. 3 - 12.

# ANNEXES

## ANNEXE I

### QUELQUES DEFINITIONS :

- **Leucomalacies périventriculaires (LPV)** : ce sont des lésions focales de la substance blanche (leuco veut dire blanc, malacie veut dire ramollissement), périventriculaire, désigne les zones entourant les ventricules latéraux. La répartition est souvent bilatérale mais très asymétrique. Les LPV sont caractéristiques de la lésion responsable de l'IMOC du prématuré depuis la publication de Banker et Larroche en 1962.

- **Athétose** : ce sont des mouvements involontaires spontanés, lents et ondulants, qui disparaissent pendant le sommeil. La topographie est variée mais essentiellement au niveau des doigts et de la face.

- **Dystonies** : ce sont des contractions musculaires involontaires et prolongées telles que les grimaces, torticolis...

- **Ataxie** : signe clinique d'une lésion du cervelet se caractérisant par une mauvaise coordination motrice. Elle peut se manifester dans la station debout (ataxie statique), dans la marche (ataxie locomotrice) ou lors de l'exécution d'un mouvement (ataxie cinétique).

- **Diplégie spastique (maladie de Little)** : L'atteinte se situe essentiellement au niveau des membres inférieurs avec une marche caractéristique en «X » ou en « ciseaux » avec flexion et rotation interne des hanches. Présence du syndrome pyramidal avec l'hypertonie. L'atteinte du tronc et des membres supérieurs est moins importante, caractérisée par des dystonies, tonus musculaire antigravitaire faible et légers tremblements.

- **Triplégie** : l'atteinte touche tout le corps, prédominant aux deux membres inférieurs et à un membre supérieur.

- **Quadriplégie spastique** : L'atteinte résulte d'une lésion cérébrale bilatérale qui entraîne des faiblesses antigravitaires, des hypertonies ainsi qu'un syndrome pyramidal. Les quatre membres sont touchés et l'ensemble du corps présente une atteinte massive : troubles respiratoires associés à une atteinte de la bouche, troubles de la déglutition, de l'élocution, visuels, orthopédiques avec un risque de scoliose. La déambulation nécessite une aide technique.

- **Hémiplégie cérébrale infantile** : un seul côté du corps (hémicorps) est atteint. Cette atteinte peut aussi toucher la face. L'atteinte prédomine souvent au membre supérieur. Des signes peuvent être associés: hémianopsie (perte de la vision d'une moitié du champ visuel des deux yeux), strabisme, astéréognosie (non reconnaissance par le toucher des formes, volumes, consistances...), troubles spécifiques du langage ou troubles visuo-spatiaux, épilepsie (partielle motrice, spasme en flexion). Cette forme représente 10% des IMC.

- **Facteur E** : contractions excessives déclenchées par des sollicitations extérieures.

## ANNEXE II

### FICHE D'ANALYSE VIDEO

#### **Phase I : qualité du positionnement à l'attaque du pas : 0% du cycle de marche**

- a. Contact du pied :
  1. attaque avec orteils
  2. attaque avec avant-pied
  3. attaque avec pied à plat
  4. attaque avec talon
  
- b. Cheville :
  1. flexion plantaire
  2. flexion neutre ou légère flexion dorsale :  $<10^\circ$
  
- c. Genou :
  1. flexion trop importante :  $>10^\circ$
  2. recurvatum
  3. légère flexion physiologique :  $10^\circ$

→ Score bilatéral (droite - gauche) sur 18

#### **Phase II : stabilité du membre inférieur à la phase d'appui : 35% cycle (au croisement des malléoles)**

- a. Pied :
  1. sur les orteils
  2. sur l'avant-pied
  3. talon au sol
  
- b. Axe de rotation du membre inférieur :
  1. rotation interne
  2. rotation externe trop importante :  $>10^\circ$
  3. rotation externe physiologique :  $10^\circ$  selon l'axe du deuxième métatarsien
  
- c. Genou :
  1. flexion trop importante (effondrement) :  $>10^\circ$
  2. recurvatum
  3. flexion physiologique :  $5-10^\circ$

d. Hanche :

-plan frontal : chute du bassin côté oscillant :

1. importante :  $>10^\circ$
2. moyenne : de 5 à  $10^\circ$
3. faible ou nulle : de 0 à  $5^\circ$

-plan horizontal : rotation de hanche :

1. importante
2. moyenne
3. faible ou nulle

e. Tronc :

-plan sagittal :

1. inclinaison antérieure
2. inclinaison postérieure
3. rectitude physiologique

-plan frontal : inclinaison

1. côté oscillant
2. côté porteur (boiterie d'épaule : *Duchenne de Boulogne*)
3. normale

→ Score bilatéral sur 42

**Phase III : pas postérieur : phase de décollement de talon : 50% du cycle**

a. Cheville :

1. flexion dorsale
2. flexion plantaire
3. flexion neutre :  $0^\circ$  physiologique

b. Genou :

1. flexion trop importante :  $>15^\circ$
2. genou tendu
3. flexion physiologique de  $15^\circ$

c. Hanche :

1. flexion
2. neutre
3. extension :  $10^\circ$  physiologique

d. Inclinaison sagittale du tronc :

1. déséquilibre antérieur prononcé :  $>15^\circ$
2. déséquilibre antérieur modéré : de 5 à  $15^\circ$
3. absence de déséquilibre antérieur : 0 à  $5^\circ$

→ Score bilatéral sur 24

**Phase IV : passage du pas : phase oscillation au croisement des malléoles : 75% du cycle**

a. Pied :

1. accrochage du pied
2. passage avec compensation (fauchage, steppage, équin controlatéral volontaire...)
3. passage sans compensation

b. Cheville :

1. flexion dorsale
2. neutre
3. flexion plantaire : 5° physiologique

c. Genou :

1. flexion insuffisante : <60°
2. flexion exagérée : >60°
3. flexion normale : 60°

d. Hanche : plan frontal

1. accrochage des genoux
2. entrecroisement des deux membres inférieurs
3. distance inter-malléolaire normale

→ Score bilatéral sur 24

## ANNEXE III

**Tableau I : Résultats analytiques de qualité de marche de mademoiselle L. S**

		Phase I	Phase II	Phase III	Phase IV
Rollator antérieur	D	a : 2 b : 2 (1-2°) c : 1 (25°)  score : 5/9	a : 2 b : 1 c : 3 (11°) d : - 1 (15°) - 2 e : - 1 (35°) - 2 score : 12/21	a : 2 (5°) b : 3 (20°) c : 1 (35°) d : 1 (40°)  score : 7/12	a : 1 b : 3 (3-5°) c : 2 (70°) d : 2  score : 8/12
	G	a : 3 b : 2 (4°) c : 1 (36°)  score : 6/9	a : 3 b : 1 c : 3 (15°) d : - 2 (6°) - 2 e : - 1 (25°) - 2 score : 14/21	a : 3 (0°) b : 3 (20°) c : 1 (10°) d : 1 (28°)  score : 8/12	a : 2 b : 2 (0°) c : 2 (80°) d : 2  score : 8/12
<b>SCORE TOTAL</b>		<b>11/18</b>	<b>26/42</b>	<b>15/24</b>	<b>16/24</b>
Rollator postérieur	D	a : 2 b : 2 (0°) c : 1 (22°)  score : 5/9	a : 2 b : 1 c : 3 (10°) d : - 1 (10-12°) - 2 e : - 1 (28°) - 2 score : 12/21	a : 2 (5-10°) b : 3 (10°) c : 1 (24°) d : 1 (30°)  score : 8/12	a : 3 b : 2 (0°) c : 1 (50°) d : 2  score : 8/12
	G	a : 3 b : 2 (10°) c : 1 (40°)  score : 6/9	a : 3 b : 1 c : 3 (8°) d : - 2 (7-8°) - 2 e : - 1 (18°) - 2 score : 14/21	a : 2 (5-10°) b : 3 (18°) c : 2 (0°) d : 2 (15°)  score : 9/12	a : 2 b : 2 (0°) c : 3 (60°) d : 2  score : 9/12
<b>SCORE TOTAL</b>		<b>11/18</b>	<b>26/42</b>	<b>17/24</b>	<b>17/24</b>

**Tableau II : Résultats analytiques de qualité de marche de monsieur R. P**

		Phase I	Phase II	Phase III	Phase IV
Rollator antérieur	D	a : 3 b : 2 (8°) c : 1 (60°)  score : 6/9	a : 3 b : 2 c : 1 (52°) d : - 3 (4°) - 2 e : - 1 (25°) - 2 score : 14/21	a : 2 (5°) b : 1 (60°) c : 1 (24°) d : 1 (20°)  score : 5/12	a : 1 b : 3 (2-3°) c : 2 (80°) d : 2  score: 8/12
	G	a : 3 b : 2 (0°) c : 1 (50°)  score : 6/9	a : 3 b : 2 c : 1 (45°) d : - 2 (8°) - 1 e : - 1 (15°) - 2 score : 12/21	a : 2 (15°) b : 1 (54°) c : 1 (24°) d : 1 (18°)  score : 5/12	a : 2 b : 3 (2°) c : 2 (75°) d : 2  score : 9/12
<b>SCORE TOTAL</b>		<b>12/18</b>	<b>26/42</b>	<b>10/24</b>	<b>17/24</b>
Rollator postérieur	D	a : 3 b : 2 (10°) c : 1 (64°)  score : 6/9	a : 3 b : 2 c : 1 (42°) d : - 3 (4°) - 2 e : - 1 (12°) - 2 score : 14/21	a : 2 (5°) b : 1 (52°) c : 1 (22°) d : 2 (12°)  score : 6/12	a : 1 b : 3 (6-8°) c : 2 (80°) d : 2  score : 7/12
	G	a : 3 b : 2 c : 1 (53°)  score : 6/9	a : 3 b : 2 c : 1 (48°) d : - 3 (2-3°) - 1 e : - 1 (15°) - 2 score : 13/21	a : 2 (10°) b : 1 (46°) c : 1 (18°) d : 2 (15°)  score : 6/12	a : 2 b : 3 (5-8°) c : 3 (63°) d : 2  score : 10/12
<b>SCORE TOTAL</b>		<b>12/18</b>	<b>27/42</b>	<b>12/24</b>	<b>17/24</b>

**Tableau III : Résultats analytiques de qualité de marche de mademoiselle C. L**

		Phase I	Phase II	Phase III	Phase IV
Rollator antérieur	D	a : 3 b : 1 (20°) c : 2 (5°)  score : 6/9	a : 3 b : 2 c : 3 (5-7°) d : - 3 (5°) - 3 e : - 1 (25°+HL) - 2 score : 17/21	a : 2 (10°) b : 3 (10°) c : 1 (9°) d : 1 (20°+HL)  score : 7/12	a : 2 b : 3 (15°) c : 1 (45°) d : 3  score : 9/12
	G	a : 3 b : 1 (8-10°) c : 1 (30°)  score : 5/9	a : 3 b : 1 c : 2 (8°) d : - 1 (12°) - 3 e : - 1 (20°+HL) - 2 score : 13/21	a : 2 (20°) b : 2 (0°) c : 2 (0°) d : 1 (25°+HL)  score : 7/12	a : 3 b : 2 (0°) c : 1 (50°) d : 3  score : 9/12
<b>SCORE TOTAL</b>		<b>11/18</b>	<b>30/42</b>	<b>14/24</b>	<b>18/24</b>
Rollator postérieur	D	a : 3 b : 1 (20°) c : 2 (4°)  score : 6/9	a : 3 b : 2 c : 3 (7°) d : - 3 (5°) - 3 e : - 1 (20°) - 2 score : 17/21	a : 2 (10°) b : 3 (5°) c : 1 (5°) d : 1 (15°)  score : 7/12	a : 2 b : 3 (15°) c : 1 (42°) d : 3  score : 9/12
	G	a : 3 b : 2 (0°) c : 1 (20°)  score : 7/9	a : 3 b : 1 c : 2 (2-3°) d : - 2 (10°) - 3 e : - 1 (12°) - 2 score : 14/21	a : 2 (20°) b : 2 (2-3°) c : 2 (0°) d : 2 (12°+HL)  score : 8/12	a : 3 b : 3 (5°) c : 1 (40°) d : 3  score : 10/12
<b>SCORE TOTAL</b>		<b>12/18</b>	<b>31/42</b>	<b>15/24</b>	<b>19/24</b>

HL : Hyperlordose

**Tableau IV : Résultats analytiques de qualité de marche de monsieur K. B**

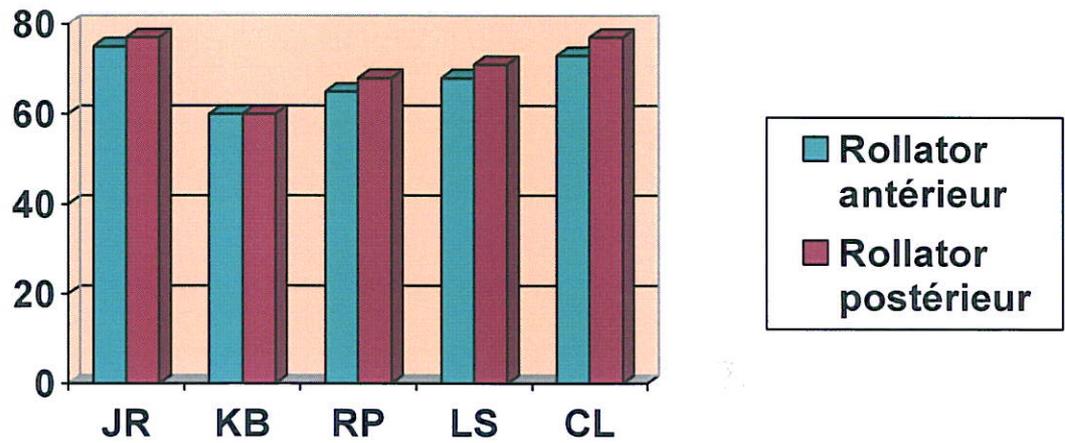
		Phase I	Phase II	Phase III	Phase IV
Rollator antérieur	D	a : 2 b : 1 (10°) c : 1 (40°)  score : 4/9	a : 2 b : 1 c : 1 (30°) d : - 2 (6°) - 2 e : - 1 (20°) - 2 score : 11/21	a : 2 (10°) b : 1 (35°) c : 1 (20°) d : 2 (15°)  score : 6/12	a : 2 b : 3 (35°) c : 3 (60°) d : 2  score : 10/12
	G	a : 2 b : 1 (10°) c : 1 (35°)  score : 4/9	a : 2 b : 1 c : 1 (30°) d : - 2 (6-7°) - 2 e : - 1 (15°) - 2 score : 11/21	a : 2 (5-10°) b : 1 (40°) c : 1 (25°) d : 1 (20°)  score : 5/12	a : 3 b : 3 (35°) c : 1 (50°) d : 2  score : 9/12
<b>SCORE TOTAL</b>		<b>8/18</b>	<b>22/42</b>	<b>11/24</b>	<b>19/24</b>
Rollator postérieur	D	a : 2 b : 1 (2-3°) c : 1 (40°)  score : 4/9	a : 2 b : 1 c : 1 (20°) d : - 3 (5°) - 2 e : - 1 (15°) - 2 Score : 12/21	a : 2 (25°) b : 1 (40°) c : 1 (18°) d : 2 (15°)  score : 6/12	a : 2 b : 3 (35°) c : 3 (55°) d : 2  score : 10/12
	G	a : 2 b : 1 (5°) c : 1 (30°)  score : 4/9	a : 2 b : 1 c : 1 (30°) d : - 2 (6-7°) - 2 e : - 1 (20°) - 2 score : 11/21	a : 2 (10°) b : 1 (40°) c : 1 (20°) d : 2 (15°)  score : 6/12	a : 1 b : 3 (35°) c : 1 (50°) d : 2  score : 7/12
<b>SCORE TOTAL</b>		<b>8/18</b>	<b>23/42</b>	<b>12/24</b>	<b>17/24</b>

**Tableau V : Résultats analytiques de qualité de marche de monsieur J. R**

		Phase I	Phase II	Phase III	Phase IV
Rollator antérieur	D	a : 4 b : 1 (10°) c : 1 (30°)  score : 6/9	a : 3 b : 3 c : 2 (10°) d : - 2 (6-7°) - 3 e : - 1 (25°) - 3 score : 17/21	a : 2 (5°) b : 2 (5°) c : 1 (20°) d : 1 (30°)  score : 6/12	a : 3 b : 1 (5°) c : 3 (60°) d : 3  score : 10/12
	G	a : 3 b : 1 (5°) c : 1 (35°)  score : 5/9	a : 3 b : 3 c : 2 (10°) d : - 2 (5°) - 2 e : - 1 (25°) - 3 score : 16/21	a : 2 (10°) b : 2 (5°) c : 1 (15°) d : 1 (30°)  score : 6/12	a : 2 b : 2 (0°) c : 2 (70°) d : 3  score : 9/12
<b>SCORE TOTAL</b>		<b>11/18</b>	<b>33/42</b>	<b>12/24</b>	<b>19/24</b>
Rollator postérieur	D	a : 4 b : 1 (10°) c : 1 (30°)  score : 6/9	a : 3 b : 3 c : 2 (5°) d : - 2 (10°) - 3 e : -1 (20°) - 3 score : 17/21	a : 2 (2-3°) b : 2 (8°) c : 2 (0°) d : 1 (20°)  score : 7/12	a : 3 b : 3 (5°) c : 2 (70°) d : 3  score : 11/12
	G	a : 3 b : 1 (10°) c : 1 (30°)  score : 5/9	a : 3 b : 3 c : 2 (10°) d : - 2 (8°) - 3 e : - 1 (20°) - 3 score : 17/21	a : 2 (5°) b : 2 (5°) c : 1 (10°) d : 1 (15°)  score : 6/12	a : 2 b : 2 (0°) c : 1 (50°) d : 3  score : 8/12
<b>SCORE TOTAL</b>		<b>11/18</b>	<b>34/42</b>	<b>13/24</b>	<b>19/24</b>

**Tableau VI : Résultats des scores de qualité de marche chez les cinq adolescents.**

### COMPARAISON DU SCORE GLOBAL DE QUALITE DE MARCHE SUR 108



## ANNEXE IV

<b>GRILLE D'EVALUATION DU PROTOCOLE DE MARCHÉ AVEC ROLLATOR ANTERIEUR ET POSTERIEUR</b>
---

- Age de l'enfant : - Type d'IMC :
- a. Avec quel rollator avais-tu l'habitude de marcher avant l'étude ?
- antérieur  postérieur
- b. Pendant l'étude, as-tu ressenti une amélioration de ta marche ?
- oui  non
- c. Pendant l'étude, avec quel rollator te sentais-tu le plus en sécurité ?
- antérieur  postérieur
- d. Pendant l'étude, avec quel rollator as-tu eu le plus de facilités pour marcher ?
- antérieur  postérieur
- e. Pendant l'étude, avec quel rollator as-tu eu la sensation d'aller le plus vite pendant la marche ?
- antérieur  postérieur
- f. Avec quel rollator avais-tu la sensation d'être moins fatigué ?
- antérieur  postérieur
- g. Avec quel rollator avais-tu la sensation d'être le plus droit ?
- antérieur  postérieur
- h. Enfin, cette étude t'as-t-elle permis de changer de rollator dans la vie quotidienne car il semble plus adapté à tes capacités motrices ?
- oui : je prend  l'antérieur  non : je garde  l'antérieur
- le postérieur  le postérieur