

UNIVERSITE MOHAMMED V - RABAT

FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE - RABAT-

ANNEE: 2017

THESE N°: 379

**APPAREILLAGE ORTHOPEDIQUE  
DE L'ENFANT PARALISE CEREBRAL  
MISE AU POINT ET BILAN D'ACTIVITE DE L'ATELIER  
D'APPAREILLAGE DE L'HOPITAL D'ENFANT DE RABAT**

**THESE**

*Présentée et soutenue publiquement le :.....*

**PAR**

**Mme. Mariam CHETOUANI**

*Née le 01 Juillet 1988*

**Pour l'Obtention du Doctorat en Médecine**

**MOTS CLES :** Paralyse cérébrale – Appareillage orthopédique – Enfant.

**JURY**

**Mr. M. A. BOUHAFS**

Professeur de Chirurgie Pédiatrique

**PRESIDENT**

**Mr. M. A. DENDANE**

Professeur de Traumatologie Orthopédie Pédiatrique

**RAPPORTEUR**

**Mr. R. ABILKASSEM**

Professeur de Pédiatrie

**Mr. M. RAMI**

Professeur de Chirurgie Pédiatrique

**JUGES**

**Mr. T. MESKINI**

Professeur de Pédiatrie

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا

إنك أنت العليم الحكيم

سورة البقرة: الآية: 31



**UNIVERSITE MOHAMMED V DE RABAT  
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE - RABAT**

**DOYENS HONORAIRES :**

1962 – 1969 : Professeur Abdelmalek FARAJ  
1969 – 1974 : Professeur Abdellatif BERBICH  
1974 – 1981 : Professeur Bachir LAZRAK  
1981 – 1989 : Professeur Taieb CHKILI  
1989 – 1997 : Professeur Mohamed Tahar ALAOU  
1997 – 2003 : Professeur Abdelmajid BELMAHI  
2003 – 2013 : Professeur Najia HAJJAJ - HASSOUNI



**ADMINISTRATION :**

**Doyen** : Professeur Mohamed ADNAOUI  
**Vice Doyen chargé des Affaires Académiques et étudiantes**  
Professeur Mohammed AHALLAT  
**Vice Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération**  
Professeur Taoufiq DAKKA  
**Vice Doyen chargé des Affaires Spécifiques à la Pharmacie**  
Professeur Jamal TAOUFIK  
**Secrétaire Général** : Mr. Mohamed KARRA

**1- ENSEIGNANTS-CHERCHEURS MEDECINS  
ET  
PHARMACIENS**

**PROFESSEURS :**

**Décembre 1984**

Pr. MAAOUNI Abdelaziz	Médecine Interne – <u>Clinique Royale</u>
Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajdi	Anesthésie -Réanimation
Pr. SETTAF Abdellatif	pathologie Chirurgicale

**Novembre et Décembre 1985**

Pr. BENSALD Younes	Pathologie Chirurgicale
--------------------	-------------------------

**Janvier, Février et Décembre 1987**

Pr. CHAHED OUAZZANI Houria	Gastro-Entérologie
Pr. LACHKAR Hassan	Médecine Interne
Pr. YAHYAOUI Mohamed	Neurologie

**Décembre 1988**

Pr. BENHAMAMOUCHE Mohamed Najib	Chirurgie Pédiatrique
Pr. DAFIRI Rachida	Radiologie

**Décembre 1989**

Pr. ADNAOUI Mohamed	Médecine Interne – <u>Doyen de la FMPR</u>
---------------------	--

Pr. CHAD Bouziane  
Pr. OUAZZANI Taïbi Mohamed Réda

Pathologie Chirurgicale  
Neurologie

**Janvier et Novembre 1990**

Pr. CHKOFF Rachid  
Pr. HACHIM Mohammed\*  
Pr. KHARBACH Aïcha  
Pr. MANSOURI Fatima  
Pr. TAZI Saoud Anas

Pathologie Chirurgicale  
Médecine-Interne  
Gynécologie -Obstétrique  
Anatomie-Pathologique  
Anesthésie Réanimation

**Février Avril Juillet et Décembre 1991**

Pr. AL HAMANY Zaïtounia  
Pr. AZZOUZI Abderrahim  
Pr. BAYAHIA Rabéa  
Pr. BELKOUCHI Abdelkader  
Pr. BENCHEKROUN Belabbes Abdellatif  
Pr. BENSOUDA Yahia  
Pr. BERRAHO Amina  
Pr. BEZZAD Rachid  
Pr. CHABRAOUI Layachi  
Pr. CHERRAH Yahia  
Pr. CHOKAIRI Omar  
Pr. KHATTAB Mohamed  
Pr. SOULAYMANI Rachida

Anatomie-Pathologique  
Anesthésie Réanimation –**Doyen de la FMPO**  
Néphrologie  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Générale  
Pharmacie galénique  
Ophtalmologie  
Gynécologie Obstétrique  
Biochimie et Chimie  
Pharmacologie  
Histologie Embryologie  
Pédiatrie  
Pharmacologie –

**Dir. du Centre National PV**

Pr. TAOUFIK Jamal

Chimie thérapeutique **V.D à la pharmacie+Dir du CEDOC**

**Décembre 1992**

Pr. AHALLAT Mohamed  
Pr. BENSOUDA Adil  
Pr. BOUJIDA Mohamed Najib  
Pr. CHAHED OUAZZANI Laaziza  
Pr. CHRAIBI Chafiq  
Pr. DEHAYNI Mohamed\*  
Pr. EL OUAHABI Abdessamad  
Pr. FELLAT Rokaya  
Pr. GHAFIR Driss\*  
Pr. JIDDANE Mohamed  
Pr. TAGHY Ahmed  
Pr. ZOUHDI Mimoun

Chirurgie Générale V.D Aff. Acad. et Estud  
Anesthésie Réanimation  
Radiologie  
Gastro-Entérologie  
Gynécologie Obstétrique  
Gynécologie Obstétrique  
Neurochirurgie  
Cardiologie  
Médecine Interne  
Anatomie  
Chirurgie Générale  
Microbiologie



**Mars 1994**

Pr. BENJAAFAR Nouredine

Radiothérapie

Pr. BEN RAIS Nozha  
Pr. CAOUI Malika  
Pr. CHRAIBI Abdelmjid

**Doyen de la FMPA**

Pr. EL AMRANI Sabah  
Pr. EL BARDOUNI Ahmed  
Pr. EL HASSANI My Rachid  
Pr. ERROUGANI Abdelkader  
Pr. ESSAKALI Malika  
Pr. ETTAYEBI Fouad  
Pr. HADRI Larbi\*  
Pr. HASSAM Badredine  
Pr. IFRINE Lahssan  
Pr. JELTHI Ahmed  
Pr. MAHFOUD Mustapha  
Pr. RHRAB Brahim  
Pr. SENOUCI Karima

**Mars 1994**

Pr. ABBAR Mohamed\*  
Pr. ABDELHAK M'barek  
Pr. BELAIDI Halima  
Pr. BENTAHILA Abdelali  
Pr. BENYAHIA Mohammed Ali  
Pr. BERRADA Mohamed Saleh  
Pr. CHAMI Ilham  
Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae  
Pr. JALIL Abdelouahed  
Pr. LAKHDAR Amina  
Pr. MOUANE Nezha

**Mars 1995**

Pr. ABOUQUAL Redouane  
Pr. AMRAOUI Mohamed  
Pr. BAIDADA Abdelaziz  
Pr. BARGACH Samir  
Pr. CHAARI Jilali\*  
Pr. DIMOU M'barek\*  
Pr. DRISSI KAMILI Med Nordine\*  
Pr. EL MESNAOUI Abbas  
Pr. ESSAKALI HOUSSYNI Leila  
Pr. HDA Abdelhamid\*  
Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed  
Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia  
Pr. SEFIANI Abdelaziz  
Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

Biophysique  
Biophysique  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques

Gynécologie Obstétrique  
Traumato-Orthopédie  
Radiologie  
Chirurgie Générale- **Directeur CHIS**  
Immunologie  
Chirurgie Pédiatrique  
Médecine Interne  
Dermatologie  
Chirurgie Générale  
Anatomie Pathologique  
Traumatologie – Orthopédie  
Gynécologie –Obstétrique  
Dermatologie

Urologie  
Chirurgie – Pédiatrique  
Neurologie  
Pédiatrie  
Gynécologie – Obstétrique  
Traumatologie – Orthopédie  
Radiologie  
Ophtalmologie  
Chirurgie Générale  
Gynécologie Obstétrique  
Pédiatrie

Réanimation Médicale  
Chirurgie Générale  
Gynécologie Obstétrique  
Gynécologie Obstétrique  
Médecine Interne  
Anesthésie Réanimation  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Générale  
Oto-Rhino-Laryngologie  
Cardiologie - **Directeur HMI Med V**  
Urologie  
Ophtalmologie  
Génétique  
Réanimation

Médicale



Abdellah KHALID  
Chef de Service des Ressources Humaines

### Décembre 1996

Pr. AMIL Touriya\*  
Pr. BELKACEM Rachid  
Pr. BOULANOUAR Abdelkrim  
Pr. EL ALAMI EL FARICHA EL Hassan  
Pr. GAOUZI Ahmed  
Pr. MAHFOUDI M'barek\*  
Pr. OUADGHIRI Mohamed  
Pr. OUZEDDOUN Naima  
Pr. ZBIR EL Mehdi\*

Radiologie  
Chirurgie Pédiatrie  
Ophtalmologie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Radiologie  
Traumatologie-Orthopédie  
Néphrologie  
Cardiologie

### Novembre 1997

Pr. ALAMI Mohamed Hassan  
Pr. BEN SLIMANE Lounis  
Pr. BIROUK Nazha  
Pr. ERREIMI Naima  
Pr. FELLAT Nadia  
Pr. HAIMEUR Charki\*  
Pr. KADDOURI Nouredine  
Pr. KOUTANI Abdellatif  
Pr. LAHLOU Mohamed Khalid  
Pr. MAHRAOUI CHAFIQ  
Pr. TAOUFIQ Jallal  
Pr. YOUSFI MALKI Mounia

Gynécologie-Obstétrique  
Urologie  
Neurologie  
Pédiatrie  
Cardiologie  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Pédiatrique  
Urologie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Psychiatrie  
Gynécologie Obstétrique

### Novembre 1998

Pr. AFIFI RAJAA  
Pr. BENOMAR ALI  
Pr. BOUGTAB Abdesslam  
Pr. ER RIHANI Hassan  
Pr. BENKIRANE Majid\*  
Pr. KHATOURI ALI\*

Gastro-Entérologie  
Neurologie – Doyen de la FMP Abulcassis  
Chirurgie Générale  
Oncologie Médicale  
Hématologie  
Cardiologie

### Janvier 2000

Pr. ABID Ahmed\*  
Pr. AIT OUMAR Hassan  
Pr. BENJELLOUN Dakhama Badr.Sououd  
Pr. BOURKADI Jamal-Eddine  
Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Al Montacer  
Pr. ECHARRAB El Mahjoub  
Pr. EL FTOUH Mustapha  
Pr. EL MOSTARCHID Brahim\*  
Pr. ISMAILI Hassane\*

Pneumophtisiologie  
Pédiatrie  
Pédiatrie  
Pneumo-phtisiologie  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Générale  
Pneumo-phtisiologie  
Neurochirurgie  
Traumatologie Orthopédie

### Dir. Hop. Av. Marr.

Pr. MAHMOUDI Abdelkrim\*  
Pr. TACHINANTE Rajae  
Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

Anesthésie-Réanimation Inspecteur du SSM  
Anesthésie-Réanimation  
Médecine Interne



### Novembre 2000

Pr. AIDI Saadia  
Pr. AJANA Fatima Zohra  
Pr. BENAMR Said  
Pr. CHERTI Mohammed  
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Selma  
Pr. EL HASSANI Amine  
Pr. EL KHADER Khalid  
Pr. EL MAGHRAOUI Abdellah\*  
Pr. GHARBI Mohamed El Hassan  
Pr. MAHASSINI Najat  
Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae  
Pr. ROUIMI Abdelhadi\*

### Décembre 2000

Pr. ZOHAIR ABDELAH\*

### Décembre 2001

Pr. BALKHI Hicham\*  
Pr. BENABDELJILIL Maria  
Pr. BENAMAR Loubna  
Pr. BENAMOR Jouada  
Pr. BENELBARHDADI Imane  
Pr. BENNANI Rajae  
Pr. BENOUACHANE Thami  
Pr. BEZZA Ahmed\*  
Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi  
Pr. BOUMDIN El Hassane\*  
Pr. CHAT Latifa  
Pr. DAALI Mustapha\*  
Pr. DRISSI Sidi Mourad\*  
Pr. EL HIJRI Ahmed  
Pr. EL MAAQILI Moulay Rachid  
Pr. EL MADHI Tarik  
Pr. EL OUNANI Mohamed  
Pr. ETTAIR Said  
Pr. GAZZAZ Miloudi\*  
Pr. HRORA Abdelmalek  
Pr. KABBAJ Saad  
Pr. KABIRI EL Hassane\*  
Pr. LAMRANI Moulay Omar  
Pr. LEKEHAL Brahim  
Pr. MAHASSIN Fattouma\*  
Pr. MEDARHRI Jalil  
Pr. MIKDAME Mohammed\*  
Pr. MOHSINE Raouf

Neurologie  
Gastro-Entérologie  
Chirurgie Générale  
Cardiologie  
Anesthésie-Réanimation  
Pédiatrie **Directeur Hop. Chekikh Zaied**  
Urologie  
Rhumatologie  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques  
Anatomie Pathologique  
Pédiatrie  
Neurologie

ORL

Anesthésie-Réanimation  
Neurologie  
Néphrologie  
Pneumo-phtisiologie  
Gastro-Entérologie  
Cardiologie  
Pédiatrie  
Rhumatologie  
Anatomie  
Radiologie  
Radiologie  
Chirurgie Générale  
Radiologie  
Anesthésie-Réanimation  
Neuro-Chirurgie  
Chirurgie-Pédiatrique  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie **Directeur. Hop.d'Enfants**  
Neuro-Chirurgie  
Chirurgie Générale  
Anesthésie-Réanimation  
Chirurgie Thoracique  
Traumatologie Orthopédie  
Chirurgie Vasculaire Périphérique  
Médecine Interne  
Chirurgie Générale  
Hématologie Clinique  
Chirurgie Générale



Pr. NOUINI Yassine  
Pr. SABBAH Farid  
Pr. SEFIANI Yasser  
Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia

Urologie *Directeur Hôpital Ibn Sina*  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Vasculaire Périphérique  
Pédiatrie

### **Décembre 2002**

Pr. AL BOUZIDI Abderrahmane\*  
Pr. AMEUR Ahmed \*  
Pr. AMRI Rachida  
Pr. AOURARH Aziz\*  
Pr. BAMOU Youssef \*  
Pr. BELMEJDOUB Ghizlene\*  
Pr. BENZEKRI Laila  
Pr. BENZZOUBEIR Nadia  
Pr. BERNOUSSI Zakiya  
Pr. BICHTA Mohamed Zakariya\*  
Pr. CHOHO Abdelkrim \*  
Pr. CHKIRATE Bouchra  
Pr. EL ALAMI EL FELLOUS Sidi Zouhair  
Pr. EL HAOURI Mohamed \*  
Pr. FILALI ADIB Abdelhai  
Pr. HAJJI Zakia  
Pr. IKEN Ali  
Pr. JAAFAR Abdelouhab\*  
Pr. KRIOUILE Yamina  
Pr. LAGHMARI Mina  
Pr. MABROUK Hfid\*  
Pr. MOUSSAOUI RAHALI Driss\*  
Pr. OUJILAL Abdelilah  
Pr. RACHID Khalid \*  
Pr. RAISS Mohamed  
Pr. RGUIBI IDRISSE Sidi Mustapha\*  
Pr. RHOU Hakima  
Pr. SIAH Samir \*  
Pr. THIMOU Amal  
Pr. ZENTAR Aziz\*

Anatomie Pathologique  
Urologie  
Cardiologie  
Gastro-Entérologie  
Biochimie-Chimie  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques  
Dermatologie  
Gastro-Entérologie  
Anatomie Pathologique  
Psychiatrie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Chirurgie Pédiatrique  
Dermatologie  
Gynécologie Obstétrique  
Ophtalmologie  
Urologie  
Traumatologie Orthopédie  
Pédiatrie  
Ophtalmologie  
Traumatologie Orthopédie  
Gynécologie Obstétrique  
Oto-Rhino-Laryngologie  
Traumatologie Orthopédie  
Chirurgie Générale  
Pneumophtisiologie  
Néphrologie  
Anesthésie Réanimation  
Pédiatrie  
Chirurgie Générale

### **Janvier 2004**

Pr. ABDELLEH El Hassan  
Pr. AMRANI Mariam  
Pr. BENBOUZID Mohammed Anas  
Pr. BENKIRANE Ahmed\*  
Pr. BOUGHALEM Mohamed\*  
Pr. BOULAADAS Malik  
Pr. BOURAZZA Ahmed\*

Ophtalmologie  
Anatomie Pathologique  
Oto-Rhino-Laryngologie  
Gastro-Entérologie  
Anesthésie Réanimation  
Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale  
Neurologie

Pr. CHAGAR Belkacem\*  
Pr. CHERRADI Nadia  
Pr. EL FENNI Jamal\*  
Pr. EL HANCHI ZAKI  
Pr. EL KHORASSANI Mohamed  
Pr. EL YOUNASSI Badreddine\*  
Pr. HACHI Hafid  
Pr. JABOUIRIK Fatima  
Pr. KHARMAZ Mohamed  
Pr. MOUGHIL Said  
Pr. OUBAAZ Abdelbarre\*  
Pr. TARIB Abdelilah\*  
Pr. TIJAMI Fouad  
Pr. ZARZUR Jamila

**Janvier 2005**

Pr. ABBASSI Abdellah  
Pr. AL KANDRY Sif Eddine\*  
Pr. ALLALI Fadoua  
Pr. AMAZOUZI Abdellah  
Pr. AZIZ Noureddine\*  
Pr. BAHIRI Rachid  
Pr. BARKAT Amina  
Pr. BENYASS Aatif  
Pr. BERNOUSSI Abdelghani  
Pr. DOUDOUH Abderrahim\*  
Pr. EL HAMZAOUI Sakina\*  
Pr. HAJJI Leila  
Pr. HESSISSEN Leila  
Pr. JIDAL Mohamed\*  
Pr. LAAROUSSI Mohamed  
Pr. LYAGOUBI Mohammed  
Pr. NIAMANE Radouane\*  
Pr. RAGALA Abdelhak  
Pr. SBIHI Souad  
Pr. ZERAIDI Najia

**Décembre 2005**

Pr. CHANI Mohamed

**Avril 2006**

Pr. ACHEMLAL Lahsen\*  
Pr. AKJOUJ Said\*  
Pr. BELMEKKI Abdelkader\*  
Pr. BENCHEIKH Razika  
Pr. BIYI Abdelhamid\*  
Pr. BOUHAFS Mohamed El Amine

Traumatologie Orthopédie  
Anatomie Pathologique  
Radiologie  
Gynécologie Obstétrique  
Pédiatrie  
Cardiologie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Traumatologie Orthopédie  
Chirurgie Cardio-Vasculaire  
Ophtalmologie  
Pharmacie Clinique  
Chirurgie Générale  
Cardiologie

Chirurgie Réparatrice et Plastique  
Chirurgie Générale  
Rhumatologie  
Ophtalmologie  
Radiologie  
Rhumatologie  
Pédiatrie  
Cardiologie

Ophtalmologie  
Biophysique  
Microbiologie  
Cardiologie  
Pédiatrie  
Radiologie  
Chirurgie Cardio-vasculaire  
Parasitologie  
Rhumatologie  
Gynécologie Obstétrique  
Histo-Embryologie Cytogénétique  
Gynécologie Obstétrique

*(mise en disponibilité)*

Anesthésie Réanimation

Rhumatologie  
Radiologie  
Hématologie  
O.R.L  
Biophysique  
Chirurgie - Pédiatrique



Pr. BOULAHYA Abdellatif\*  
Pr. CHENGUETI ANSARI Anas  
Pr. DOGHMI Nawal  
Pr. FELLAT Ibtissam  
Pr. FAROUDY Mamoun  
Pr. HARMOUCHE Hicham  
Pr. HANAFI Sidi Mohamed\*  
Pr. IDRIS LAHLOU Amine\*  
Pr. JROUNDI Laila  
Pr. KARMOUNI Tariq  
Pr. KILI Amina  
Pr. KISRA Hassan  
Pr. KISRA Mounir  
Pr. LAATIRIS Abdelkader\*  
Pr. LMIMOUNI Badreddine\*  
Pr. MANSOURI Hamid\*  
Pr. OUANASS Abderrazzak  
Pr. SAFI Soumaya\*  
Pr. SEKKAT Fatima Zahra  
Pr. SOUALHI Mouna  
Pr. TELLAL Saida\*  
Pr. ZAHRAOUI Rachida

**Octobre 2007**

Pr. ABIDI Khalid  
Pr. ACHACHI Leila  
Pr. ACHOUR Abdessamad\*  
Pr. AIT HOUSSA Mahdi\*  
Pr. AMHAJJI Larbi\*  
Pr. AOUI Sarra  
Pr. BAITE Abdelouahed\*  
Pr. BALOUCH Lhousaine\*  
Pr. BENZIANE Hamid\*  
Pr. BOUTIMZINE Nourine  
Pr. CHARKAOUI Naoual\*  
Pr. EHIRCHIOU Abdelkader\*  
Pr. ELABSI Mohamed  
Pr. EL MOUSSAOUI Rachid  
Pr. EL OMARI Fatima  
Pr. GHARIB Nouredine  
Pr. HADADI Khalid\*  
Pr. ICHOU Mohamed\*  
Pr. ISMAILI Nadia  
Pr. KEBDANI Tayeb  
Pr. LALAOUI SALIM Jaafar\*  
Pr. LOUZI Lhousain\*

Chirurgie Cardio – Vasculaire  
Gynécologie Obstétrique  
Cardiologie  
Cardiologie  
Anesthésie Réanimation  
Médecine Interne  
Anesthésie Réanimation  
Microbiologie  
Radiologie  
Urologie  
Pédiatrie  
Psychiatrie  
Chirurgie – Pédiatrie  
Pharmacie Galénique  
Parasitologie  
Radiothérapie  
Psychiatrie  
Endocrinologie  
Psychiatrie  
Pneumo – Phtisiologie  
Biochimie  
Pneumo – Phtisiologie

Réanimation médicale  
Pneumo phtisiologie  
Chirurgie générale  
Chirurgie cardio vasculaire  
Traumatologie orthopédie  
Parasitologie  
Anesthésie réanimation ***Directeur ERSM***  
Biochimie-chimie  
Pharmacie clinique  
Ophtalmologie  
Pharmacie galénique  
Chirurgie générale  
Chirurgie générale  
Anesthésie réanimation  
Psychiatrie  
Chirurgie plastique et réparatrice  
Radiothérapie  
Oncologie médicale  
Dermatologie  
Radiothérapie  
Anesthésie réanimation  
Microbiologie



Pr. MADANI Naoufel  
Pr. MAHI Mohamed\*  
Pr. MARC Karima  
Pr. MASRAR Azlarab  
Pr. MRABET Mustapha\*  
Pr. MRANI Saad\*  
Pr. OUZZIF Ez zohra\*  
Pr. RABHI Moncef\*  
Pr. RADOUANE Bouchaib\*  
Pr. SEFFAR Myriame  
Pr. SEKHSOKH Yessine\*  
Pr. SIFAT Hassan\*  
Pr. TABERKANET Mustafa\*  
Pr. TACHFOUTI Samira  
Pr. TAJDINE Mohammed Tariq\*  
Pr. TANANE Mansour\*  
Pr. TLIGUI Houssain  
Pr. TOUATI Zakia

### **Décembre 2007**

Pr. DOUHAL ABDERRAHMAN

### **Décembre 2008**

Pr ZOUBIR Mohamed\*  
Pr TAHIRI My El Hassan\*

### **Mars 2009**

Pr. ABOUZAHIR Ali\*  
Pr. AGDR Aomar\*  
Pr. AIT ALI Abdelmounaim\*  
Pr. AIT BENHADDOU El hachmia  
Pr. AKHADDAR Ali\*  
Pr. ALLALI Nazik  
Pr. AMINE Bouchra  
Pr. ARKHA Yassir  
Pr. BELYAMANI Lahcen\*  
Pr. BJIJOU Younes  
Pr. BOUHSAIN Sanae\*  
Pr. BOUI Mohammed\*  
Pr. BOUNAIM Ahmed\*  
Pr. BOUSSOUGA Mostapha\*  
Pr. CHAKOUR Mohammed \*  
Pr. CHTATA Hassan Toufik\*  
Pr. DOGHMI Kamal\*  
Pr. EL MALKI Hadj Omar  
Pr. EL OUENNASS Mostapha\*

Réanimation médicale  
Radiologie  
Pneumo phtisiologie  
Hématologie  
Médecine préventive santé publique et hygiène  
Virologie  
Biochimie-chimie  
Médecine interne  
Radiologie  
Microbiologie  
Microbiologie  
Radiothérapie  
Chirurgie vasculaire périphérique  
Ophtalmologie  
Chirurgie générale  
Traumatologie orthopédie  
Parasitologie  
Cardiologie

Ophtalmologie

Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Générale

Médecine interne  
Pédiatre  
Chirurgie Générale  
Neurologie  
Neuro-chirurgie  
Radiologie  
Rhumatologie  
Neuro-chirurgie  
Anesthésie Réanimation  
Anatomie  
Biochimie-chimie  
Dermatologie  
Chirurgie Générale  
Traumatologie orthopédique  
Hématologie biologique  
Chirurgie vasculaire périphérique  
Hématologie clinique  
Chirurgie Générale  
Microbiologie



Pr. ENNIBI Khalid\*  
Pr. FATHI Khalid  
Pr. HASSIKOU Hasna \*  
Pr. KABBAJ Nawal  
Pr. KABIRI Meryem  
Pr. KARBOUBI Lamyia  
Pr. L'KASSIMI Hachemi\*  
Pr. LAMSAOURI Jamal\*  
Pr. MARMADE Lahcen  
Pr. MESKINI Toufik  
Pr. MESSAOUDI Nezha \*  
Pr. MSSROURI Rahal  
Pr. NASSAR Ittimade  
Pr. OUKERRAJ Latifa  
Pr. RHORFI Ismail Abderrahmani \*

**PROFESSEURS AGREGES :**

**Octobre 2010**

Pr. ALILOU Mustapha  
Pr. AMEZIANE Taoufiq\*  
Pr. BELAGUID Abdelaziz  
Pr. BOUAITY Brahim\*  
Pr. CHADLI Mariama\*  
Pr. CHEMSI Mohamed\*  
Pr. DAMI Abdellah\*  
Pr. DARBI Abdellatif\*  
Pr. DENDANE Mohammed Anouar  
Pr. EL HAFIDI Naima  
Pr. EL KHARRAS Abdennasser\*  
Pr. EL MAZOUZ Samir  
Pr. EL SAYEGH Hachem  
Pr. ERRABIH Ikram  
Pr. LAMALMI Najat  
Pr. MOSADIK Ahlam  
Pr. MOUJAHID Mountassir\*  
Pr. NAZIH Mouna\*  
Pr. ZOUAIDIA Fouad

**Mai 2012**

Pr. AMRANI Abdelouahed  
Pr. ABOUELALAA Khalil\*  
Pr. BELAIZI Mohamed\*  
Pr. BENCHEBBA Driss\*  
Pr. DRISSI Mohamed\*  
Pr. EL ALAOUI MHAMDI Mouna

Médecine interne  
Gynécologie obstétrique  
Rhumatologie  
Gastro-entérologie  
Pédiatrie  
Pédiatrie  
Microbiologie *Directeur Hôpital My Ismail*  
Chimie Thérapeutique  
Chirurgie Cardio-vasculaire  
Pédiatrie  
Hématologie biologique  
Chirurgie Générale  
Radiologie  
Cardiologie  
Pneumo-ptisiologie



Anesthésie réanimation  
Médecine interne  
Physiologie  
ORL  
Microbiologie  
Médecine aéronautique  
Biochimie chimie  
Radiologie  
Chirurgie pédiatrique  
Pédiatrie  
Radiologie  
Chirurgie plastique et réparatrice  
Urologie  
Gastro entérologie  
Anatomie pathologique  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie générale  
Hématologie  
Anatomie pathologique

Chirurgie Pédiatrique  
Anesthésie Réanimation  
Psychiatrie  
Traumatologie Orthopédique  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Générale

Pr. EL KHATTABI Abdessadek\*  
Pr. EL OUAZZANI Hanane\*  
Pr. ER-RAJI Mounir  
Pr. JAHID Ahmed  
Pr. MEHSSANI Jamal\*  
Pr. RAISSOUNI Maha\*

Médecine Interne  
Pneumophtisiologie  
Chirurgie Pédiatrique  
Anatomie pathologique  
Psychiatrie  
Cardiologie

### **Février 2013**

Pr. AHID Samir  
Pr. AIT EL CADI Mina  
Pr. AMRANI HANCHI Laila  
Pr. AMOUR Mourad  
Pr. AWAB Almahdi  
Pr. BELAYACHI Jihane  
Pr. BELKHADIR Zakaria Houssain  
Pr. BENCHEKROUN Laila  
Pr. BENKIRANE Souad  
Pr. BENNANA Ahmed\*  
0.  
Pr. BENSghir Mustapha\*  
Pr. BENYAHIA Mohammed\*  
Pr. BOUATIA Mustapha  
Pr. BOUABID Ahmed Salim\*  
Pr. BOUTARBOUCH Mahjouba  
Pr. CHAIB Ali\*  
Pr. DENDANE Tarek  
Pr. DINI Nouzha\*  
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Mohamed Ali  
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Najwa  
Pr. ELFATEMI Nizare  
Pr. EL GUERROUJ Hasnae  
Pr. EL HARTI Jaouad  
Pr. EL JOUDI Rachid\*  
Pr. EL KABABRI Maria  
Pr. EL KHANNOUSSI Basma  
Pr. EL KHLOUFI Samir  
Pr. EL KORAICHI Alae  
Pr. EN-NOUALI Hassane\*  
Pr. ERRGUIG Laila  
Pr. FIKRI Meryim  
Pr. GHFIR Imade  
Pr. IMANE Zineb  
Pr. IRAQI Hind  
Pr. KABBAJ Hakima  
Pr. KADIRI Mohamed\*

Pharmacologie – Chimie  
Toxicologie  
Gastro-Entérologie  
Anesthésie Réanimation  
Anesthésie Réanimation  
Réanimation Médicale  
Anesthésie Réanimation  
Biochimie-Chimie  
Hématologie  
Informatique Pharmaceutique

Anesthésie Réanimation  
Néphrologie  
Chimie Analytique  
Traumatologie Orthopédie  
Anatomie  
Cardiologie  
Réanimation Médicale  
Pédiatrie  
Anesthésie Réanimation  
Radiologie  
Neuro-Chirurgie  
Médecine Nucléaire  
Chimie Thérapeutique  
Toxicologie  
Pédiatrie  
Anatomie Pathologie  
Anatomie  
Anesthésie Réanimation  
Radiologie  
Physiologie  
Radiologie  
Médecine Nucléaire  
Pédiatrie  
Endocrinologie et maladies métaboliques  
Microbiologie  
Psychiatrie



Pr. LATIB Rachida  
Pr. MAAMAR Mouna Fatima Zahra  
Pr. MEDDAH Bouchra  
Pr. MELHAOUI Adyl  
Pr. MRABTI Hind  
Pr. NEJJARI Rachid  
Pr. OUBEJJA Houda  
Pr. OUKABLI Mohamed\*  
Pr. RAHALI Younes  
Pr. RATBI Ilham  
Pr. RAHMANI Mounia  
Pr. REDA Karim\*  
Pr. REGRAGUI Wafa  
Pr. RKAIN Hanan  
Pr. ROSTOM Samira  
Pr. ROUAS Lamiaa  
Pr. ROUIBAA Fedoua\*  
Pr. SALIHOUN Mouna  
Pr. SAYAH Rochde  
Pr. SEDDIK Hassan\*  
Pr. ZERHOUNI Hicham  
Pr. ZINE Ali\*

**Avril 2013**

Pr. EL KHATIB Mohamed Karim\*  
Pr. GHOUNDALE Omar\*  
Pr. ZYANI Mohammad\*

Radiologie  
Médecine Interne  
Pharmacologie  
Neuro-chirurgie  
Oncologie Médicale  
Pharmacognosie  
Chirurgie Pédiatrique  
Anatomie Pathologique  
Pharmacie Galénique  
Génétique  
Neurologie  
Ophtalmologie  
Neurologie  
Physiologie  
Rhumatologie  
Anatomie Pathologique  
Gastro-Entérologie  
Gastro-Entérologie  
Chirurgie Cardio-Vasculaire  
Gastro-Entérologie  
Chirurgie Pédiatrique  
Traumatologie Orthopédie

Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale  
Urologie  
Médecine Interne

***\*Enseignants Militaires***



## **MARS 2014**

ACHIR ABDELLAH  
BENCHAKROUN MOHAMMED  
BOUCHIKH MOHAMMED  
EL KABBAJ DRISS  
EL MACHTANI IDRISSE SAMIRA  
HARDIZI HOUYAM  
HASSANI AMALE  
HERRAK LAILA  
JANANE ABDELLA TIF  
JEAIDI ANASS  
KOUACH JAOUAD  
LEMNOUER ABDELHAY  
MAKRAM SANAA  
OULAHYANE RACHID  
RHISSASSI MOHAMED JMFAR  
SABRY MOHAMED  
SEKKACH YOUSSEF  
TAZL MOUKBA. :LA.KLA.

### **\*Enseignants Militaires**

## **DECEMBRE 2014**

ABILKACEM RACHID'  
AIT BOUGHIMA FADILA  
BEKKALI HICHAM  
BENAZZOU SALMA  
BOUABDELLAH MOUNYA  
BOUCHRIK MOURAD  
DERRAJI SOUFIANE  
DOBLALI TAOUFIK  
EL AYOUBI EL IDRISSE ALI  
EL GHADBANE ABDEDAIM HATIM  
EL MARJANY MOHAMMED  
FEJJAL NAWFAL  
JAHIDI MOHAMED  
LAKHAL ZOUHAIR  
OUDGHIRI NEZHA  
Rami Mohamed  
SABIR MARIA  
SBAI IDRISSE KARIM

### **\*Enseignants Militaires**

Chirurgie Thoracique  
Traumatologie- Orthopédie  
Chirurgie Thoracique  
Néphrologie  
Biochimie-Chimie  
Histologie- Embryologie-Cytogénétique  
Pédiatrie  
Pneumologie  
Urologie  
Hématologie Biologique  
Génécologie-Obstétrique  
Microbiologie  
Pharmacologie  
Chirurgie Pédiatrique  
CCV  
Cardiologie  
Médecine Interne  
Génécologie-Obstétrique

Pédiatrie  
Médecine Légale  
Anesthésie-Réanimation  
Chirurgie Maxillo-Faciale  
Biochimie-Chimie  
Parasitologie  
Pharmacie Clinique  
Microbiologie  
Anatomie  
Anesthésie-Réanimation  
Radiothérapie  
Chirurgie Réparatrice et Plastique  
O.R.L  
Cardiologie  
Anesthésie-Réanimation  
Chirurgie Pédiatrique  
Psychiatrie  
Médecine préventive, santé publique et Hyg.



### AOUT 2015

Meziane meryem  
Tahri latifa

Dermatologie  
Rhumatologie

### JANVIER 2016

BENKABBOU AMINE  
EL ASRI FOUAD  
ERRAMI NOUREDDINE  
NITASSI SOPHIA

Chirurgie Générale  
Ophtalmologie  
O.R.L  
O.R.L

## **2- ENSEIGNANTS – CHERCHEURS SCIENTIFIQUES**

### PROFESSEURS / PRs. HABILITES

Pr. ABOUDRAR Saadia	Physiologie
Pr. ALAMI OUHABI Naima	Biochimie – chimie
Pr. ALAOUI KATIM	Pharmacologie
Pr. ALAOUI SLIMANI Lalla Naïma	Histologie-Embryologie
Pr. ANSAR M'hammed	Chimie Organique et Pharmacie Chimique
Pr. BOUHOUCHE Ahmed	Génétique Humaine
Pr. BOUKLOUZE Abdelaziz	Applications Pharmaceutiques
Pr. BOURJOUANE Mohamed	Microbiologie
Pr. CHAHED OUZZANI Lalla Chadia	Biochimie – chimie
Pr. DAKKA Taoufiq	Physiologie
Pr. DRAOUI Mustapha	Chimie Analytique
Pr. EL GUESSABI Lahcen	Pharmacognosie
Pr. ETTAIB Abdelkader	Zootechnie
Pr. FAOUZI Moulay El Abbes	Pharmacologie
Pr. HAMZAOUI Laila	Biophysique
Pr. HMAMOUCHE Mohamed	Chimie Organique
Pr. IBRAHIMI Azeddine	Biologie moléculaire
Pr. KHANFRI Jamal Eddine	Biologie
Pr. OULAD BOUYAHYA IDRISSE Med	Chimie Organique
Pr. REDHA Ahlam	Chimie
Pr. TOUATI Driss	Pharmacognosie
Pr. ZAHIDI Ahmed	Pharmacologie
Pr. ZELLOU Amina	Chimie Organique

Mise à jour le 14/12/2016 par le

Service des Ressources Humaines





# *Dédicaces*



*A ceux qui me sont les plus chers*

*A ceux qui ont toujours cru en moi*

*A ceux qui m'ont toujours encouragé*

*Je dédie cette thèse*



*A Allah*

*Tout puissant*

*Qui m'a inspiré*

*Qui m'a guidé dans le bon chemin*

*Je vous dois ce que je suis devenu*

*Louanges et remerciements*

*Pour votre clémence et miséricorde.*

*A mes parents*

*Fatima RAHMOUNI et Boughaleb CHETOUANI*

*Merci pour votre amour, pour tout l'enseignement  
que vous m'avez transmis, pour avoir toujours cru en moi  
et m'avoir toujours soutenu, pour vos sacrifices, vos prières  
et pour l'encouragement sans limites que vous ne cessez de m'offrir...*

*Merci de vous êtes sacrifiés pour que vos enfants grandissent  
et prospèrent, Merci de trimer sans relâche, malgré les péripéties  
de la vie, au bien être de vos enfants, merci pour votre soutien  
dans les moments difficiles, pour votre courage et patience...*

*Mes chers parents, aucun mot ne se pourra exprimer mon amour  
pour vous et mon immense reconnaissance.*

*Veillez trouver en ce modeste travail l'expression  
de mes sentiments les plus forts, mon profond respect  
et ma plus grande gratitude.*

*Que Dieu vous bénisse et vous prête bonne santé et longue vie.*

*A mes très chères sœurs et frère*

*Zainab , Amina, Simohamed et Othmane*

*Votre aide, votre générosité et votre soutien ont été  
pour moi une source de courage et de confiance.*

*Qu' il me soit permis aujourd'hui de vous assurer  
mon profond amour et ma grande reconnaissance.*

*J'implore Dieu qu'il vous apporte bonheur,  
et vous aide à réaliser tous vos vœux*

*En témoignage de l'immense affection que je vous porte,  
je vous dédie ce travail et vous souhaite tout le bonheur du monde*

*A Mon cher mari*

*Mr. RACHID MOUTCHOU*

*Ton encouragement et ton soutien étaient la bouffée  
d'oxygène qui me ressourçait dans les moments pénibles,  
de solitude et de souffrance. Merci d'être toujours à mes côtés,  
par ta présence, ton amour dévoué et ta tendresse.  
Je prie Dieu le tout puissant pour qu'il te donne bonheur  
et prospérité.*

*A mon cher fils*

*AHMAD YASSINE*

*C'est à toi mon adorable ange, ma joie, mon petit trésor  
que je dédie ce travail pour te dire que tu resteras  
pour toujours le rayon du soleil qui égaye sa vie.  
Je t'aime mon bébé et je te souhaite tout le bonheur du monde.*

*A mes grands-parents maternels :*

*Que ce modeste travail, , soit l'expression des vœux  
que vous n'avez cessé de formuler dans vos prières.*

*Que Dieu vous préserve santé et longue vie.*

*A toute ma famille,*

*Je vous dédie ce travail en témoignage  
de votre soutien et en reconnaissance de vos encouragements  
durant toutes ces années,  
Veuillez trouver dans ce travail l'expression  
de mon respect et mon affection.*

*A mes très chères amies :*

*Je vous dédie mon travail en témoignage de mon sincère attachement.*

*Je n'oublierai jamais les moments agréables qu'on a vécus ensemble.*

*Je prie Dieu pour vous donner santé, bonheur et prospérité.*

*A tous ceux dont l'oubli du nom n'est pas celui du cœur.*

*A tous ceux qui ont participé de loin ou  
de près à la réalisation de ce travail.*



# *Remerciements*

*A mon maître et Président de thèse*  
*Monsieur le professeur M. A. BOUHAFS*  
*Professeur de chirurgie pédiatrique*

*Grand est le privilège que vous me faites*  
*en acceptant de présider le jury de cette thèse.*

*Je vous remercie de l'intérêt que vous avez porté à ce travail.*  
*Que ces lignes puissent témoigner de mon grand respect, ma très*  
*haute considération et ma profonde reconnaissance.*

*A mon maître et rapporteur de thèse Monsieur*

*Mohammed Anouar DENDANE*

*Professeur en traumatologie-orthopédie pédiatrique*

*Pour vos conseils judicieux, pour les efforts que vous avez  
déployés pour que ce travail soit élaboré.*

*Pour votre soutien indéfectible, vos efforts inlassables  
et votre compétence à toutes les étapes de ce travail.*

*Votre amabilité, Votre dynamisme, votre dévouement pour le  
travail et vos qualités humaines suscitent mon admiration.*

*Je tiens à vous exprimer ma plus vive gratitude tout en espérant  
être à la hauteur de vos attentes.*

*A mon maître et juge de thèse Monsieur*

*ABILKASSEM Rachid*

*Professeur en traumatologie-orthopédie pédiatrique*

*J'ai été touchée par la grande amabilité avec laquelle vous avez  
accepté de siéger dans notre jury.*

*Cet honneur que vous me faites est pour moi l'occasion de vous  
témoigner respect et considération.*

*Veillez trouver ici le témoignage respectueux de ma  
reconnaissance et admiration.*

*A mon maître et juge de thèse Monsieur  
Taoufik MESKINI  
Professeur de pédiatrie*

*C'est pour moi un immense plaisir de vous voir siéger  
parmi le jury de ma thèse.*

*En acceptant de juger ce travail, vous m'accordez un  
très grand honneur.*

*Veillez accepter l'expression de ma considération  
la plus distinguée.*

*A mon maître et juge de thèse Monsieur*

*Mohammed RAMI*

*Professeur de chirurgie pédiatrique*

*Je vous remercie de m'avoir fait l'honneur  
en siégeant parmi le jury de cette thèse.*

*La spontanéité avec laquelle vous avez accepté  
de juger ce travail signe une grande courtoisie.*

*Que vous trouvez dans ces lignes le témoignage de ma gratitude et  
de mon profond respect.*



# *Sommaire*

<b>INTRODUCTION</b> .....	1
<b>MATERIELS ET METHODES</b> .....	3
<b>RESULTATS</b> .....	5
<b>I. DONNÉES ÉPIDÉMIOLOGIQUES</b> .....	6
1. Le sexe.....	6
2. L'âge.....	7
3. La provenance géographique.....	8
4. Le statut social .....	9
5. Le type de paralysie cérébrale .....	10
6. Forme anatomique de la paralysie cérébrale .....	11
7. Le type d'appareillage.....	12
<b>ICONOGRAPHIE</b> .....	16
<b>DISCUSSION</b> .....	22
<b>I. LA PARALYSIE CÉRÉBRALE</b> .....	24
A- Définition – Rappel nosologique : IMC; IMOC .....	24
B- Les étiologies de la paralysie cérébrale.....	25
1. Période anténatale.....	25
2. Période périnatale .....	26
C- Physiopathologie des séquelles orthopédiques de la paralysie cérébrale .....	26
D- Les formes cliniques de la paralysie cérébrale.....	29
1- Les formes neurologiques .....	29
a- La forme spastique .....	29
b- La forme dyskinétique .....	32
c- La forme ataxique.....	33
2- Les formes topographiques .....	34
a- Diplégie .....	34

b-	Quadriplégie.....	34
c-	Hémiplégie.....	35
E-	Principes thérapeutiques généraux .....	36
II.	APPAREILLAGE ORTHOPEDIQUE ET PARALYSIE CEREBRALE	40
A-	Historique de l'appareillage orthopédique – évolution des concepts.....	40
B-	Principes généraux de cet appareillage .....	44
C-	Volets techniques.....	46
C-1-	Processus de fabrication.....	46
a-	Les orthèses de membres et du rachis .....	46
b-	Les orthèses plantaires.....	55
C-2-	Matériaux de base.....	58
D-	Les différents types d'orthèses utilisés chez le paralysé cérébral .....	62
1.	Les orthèses plantaires = foot orthoses = FO.....	62
2.	Les orthèses jambières ou suro-pédieuses ou AFO.....	66
a-	L'orthèse rigide cheville-pied .....	66
b-	L'orthèse flexible « type releveur » (anglais Postérieur Leaf Spring AFO).....	68
c-	L'orthèse cheville-pied articulée.....	70
d-	L'orthèse pied-cheville avec effet de sol (anglais ground reaction ankle foot orthosis).....	72
e-	L'orthèse évolutive articulée de cheville avec effet de sol.....	74
3-	Orthèses genou-cheville-pied (KAFO).....	77
4-	Appareillage du membre supérieur .....	79
5-	Appareillage du rachis .....	81
5-1-	Corsets plâtrés.....	81
5-2-	Corsets non plâtrés.....	82
5-3-	Choix du type de corset.....	88
6-	Différents types d'Orthèse de station assise .....	89

7- Les orthèses de verticalisation / Standing.....	95
8- Appareillage de nuit.....	101
9- Orthèses plantaires.....	102
a- Orthèses plantaires amortissantes.....	102
b- Orthèses plantaires de décharge.....	102
c- Orthèses plantaires préfabriquées.....	103
d- Orthèses plantaires à affections épidermiques.....	103
E. Place de l'appareillage dans le schéma thérapeutique global de la paralysie cérébrale.....	104
1- L'appareillage de posture.....	105
2- Appareillage de fonction.....	105
3- Appareillage de marche.....	106
F. Suivi et surveillance de l'appareillage.....	108
G. Perspectives d'avenir et évolution technologique.....	110
1. Prototypage rapide.....	110
a. Principe :.....	110
b. Matériel :.....	111
2. Analyse par élément finis (Finite Element Analysis FEA) :.....	112
3. Nouveau design de l'orthèse (AFO) :.....	114
<b>CONCLUSION</b> .....	115
<b>RESUMES</b> .....	117
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	121



La paralysie cérébrale est la conséquence d'une lésion cérébrale accidentelle non évolutive survenue dans la période périnatale; elle regroupe l'IMC et l'IMOC dont la différence est la présence ou non de séquelles multiples motrices et intellectuelles.

La prise en charge de la paralysie cérébrale est multidisciplinaire; elle nécessite la participation d'une équipe spécialisée et aussi des parents.

La prise en charge thérapeutique repose sur un trépied : la rééducation est l'élément clé; elle doit être précoce; systématisée et continue; elle vise essentiellement la lutte et la prévention contre les attitudes vicieuses et les raccourcissements musculaires tendineux. Actuellement; elle peut être couplée à l'administration de la toxine botulique notamment chez le jeune paralysé cérébral spastique.

La chirurgie multisite est une étape thérapeutique qui vise à améliorer les résultats de la rééducation à un moment précis de la vie pédiatrique.

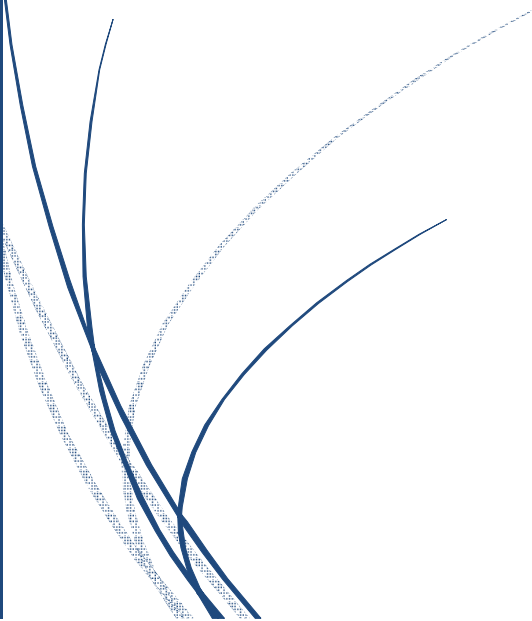
Le rôle de l'appareillage est d'encadrer et stabiliser les résultats de ces deux traitements. Sa réalisation doit répondre à des critères précis et son développement technologique a permis d'améliorer le vécu quotidien des enfants paralysés cérébraux.

Les objectifs de notre étude sont de :

- Rapporter l'expérience et les résultats de l'activité de l'unité de l'atelier orthopédique de l'hôpital d'enfant de Rabat en matière d'appareillage pédiatrique de la paralysie cérébrale.
- Mettre au point la prise en charge par appareillage de cette unité pathologique.



## *Matériels et méthodes*



Nous avons réalisé une étude rétrospective sur l'appareillage orthopédique de l'enfant paralysé cérébral; travail réalisé au sein de l'unité d'appareillage de l'hôpital d'enfants de RABAT et étalé sur une durée d'étude de 2 ans (février 2014-février 2016).

Le matériel de cette étude était constitué des dossiers des patients répertoriés au sein des archives de l'unité.

Les mots clé recherchés dans la rubrique diagnostique étaient : infirmité motrice cérébrale; infirmité motrice d'origine cérébrale; paralysie cérébrale.

#### Critères de sélection

Nous avons retenu tous les dossiers des patients paralysés cérébraux âgés de moins de 16 ans pour lesquels l'appareillage a été réalisé entièrement dans l'unité de L'appareillage orthopédique et concernant le membre supérieur; le membre inférieur et le rachis (corset).

Pour chaque patient nous avons recueilli les informations suivantes : l'âge; le sexe; le statut administratif (payant; mutualiste; RAMED); la provenance géographique; le type clinique de l'infirmité motrice (IMC; IMOC); la forme anatomique de l'infirmité (monoplégie; diplégie; quadriplégie); l'indication d'appareillage et le type d'appareillage.



Après exploration des dossiers; 30 cas ont été retenus. Les principaux résultats figurent sur le tableau I.

## I. DONNÉES ÉPIDÉMIOLOGIQUES

### 1. Le sexe

Nous avons noté 17 garçons (57%) pour 13 filles (43%).

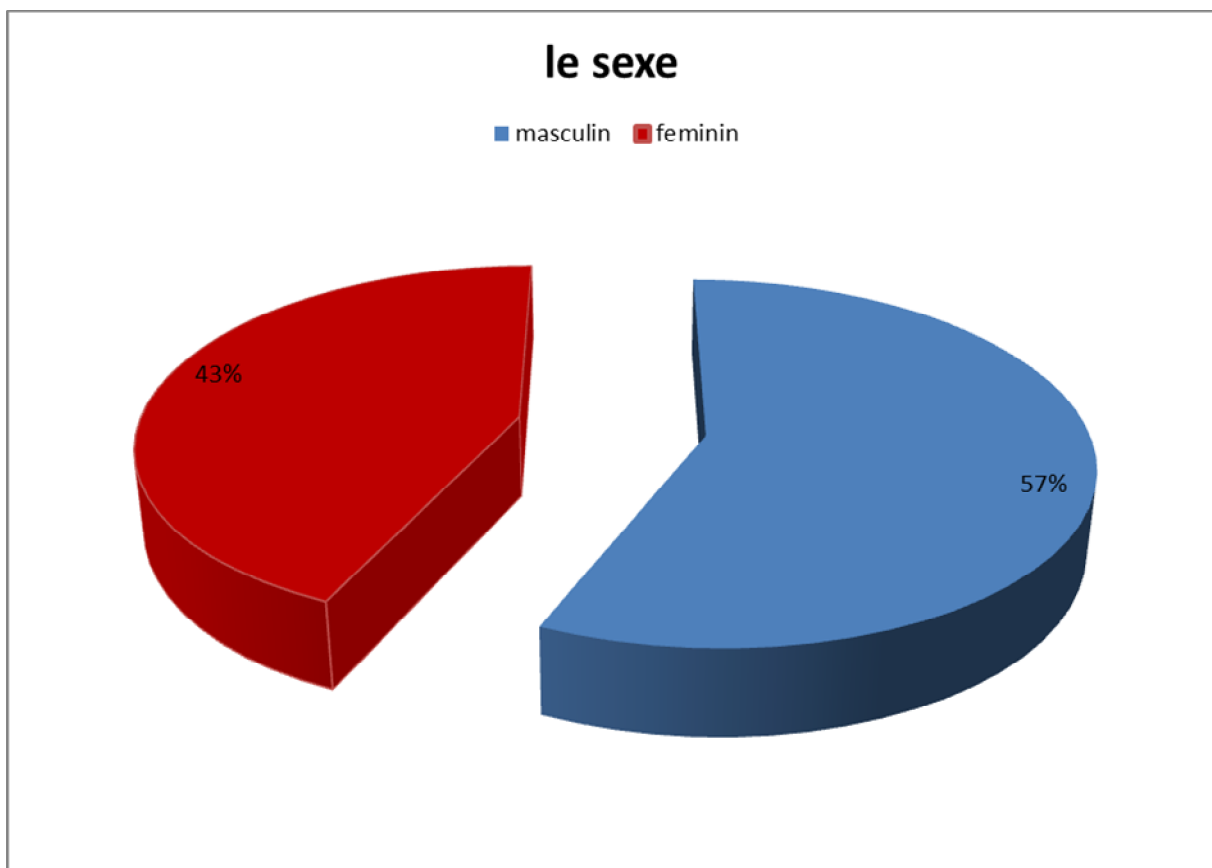
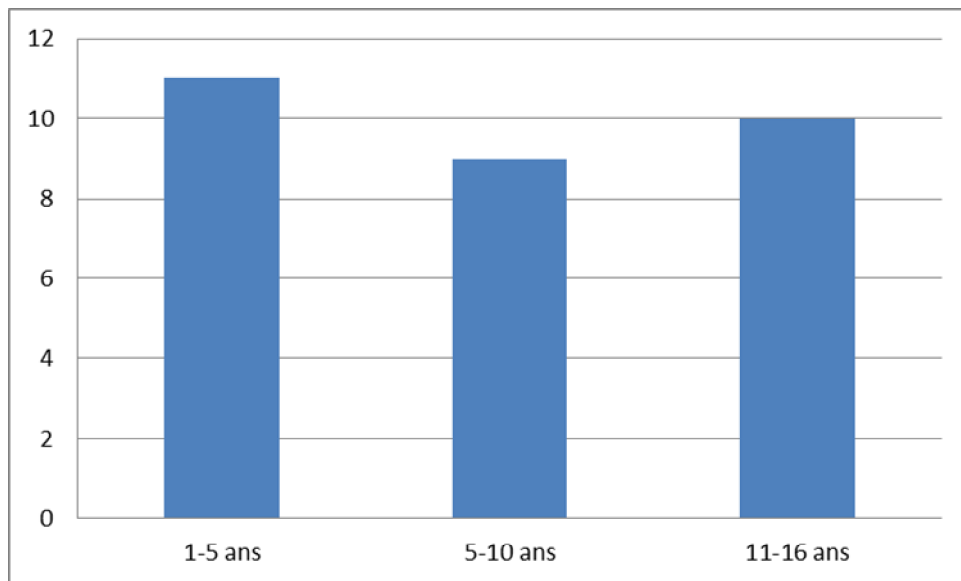


Figure 1: répartition en fonction du sexe

## 2. L'âge

L'âge de nos patients a varié entre 2 ans 8 mois et 16 ans avec une moyenne de 8,35 ans.



**Figure 2 : nombre de cas en fonction de tranches d'âge**

- 36,66% des patients avaient un âge entre 1 et 5 ans.
- 30% des patients avaient un âge entre 5 et 10 ans.
- 33,33% étaient âgés entre 11 et 16 ans.

### 3. La provenance géographique

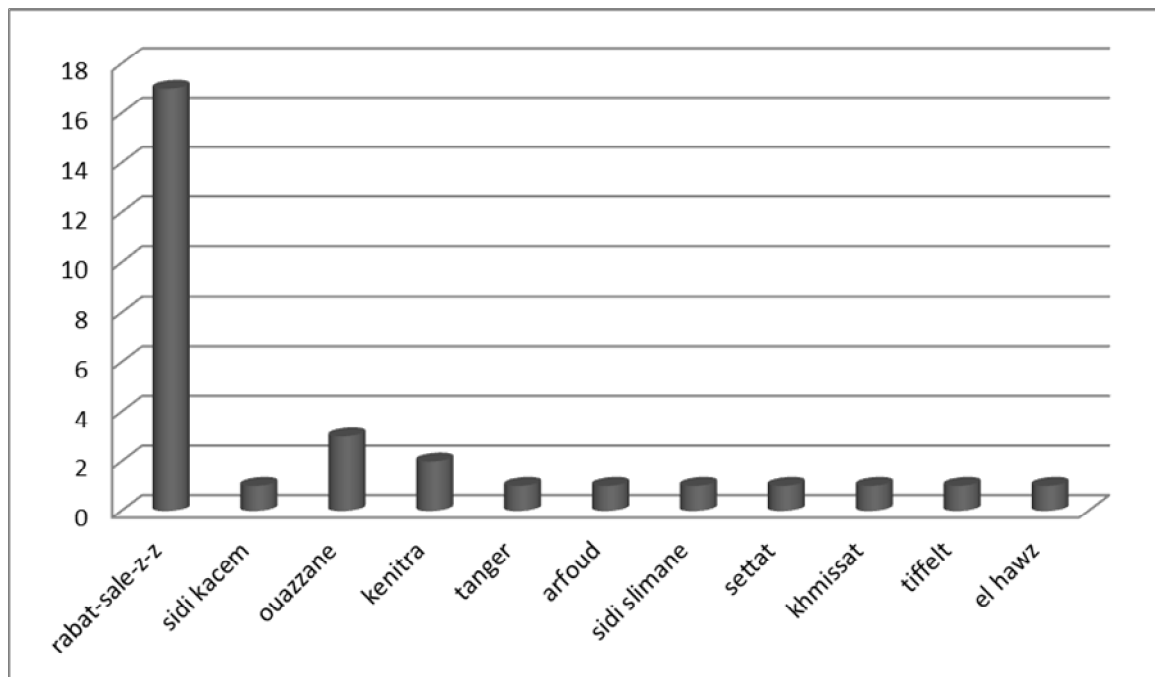
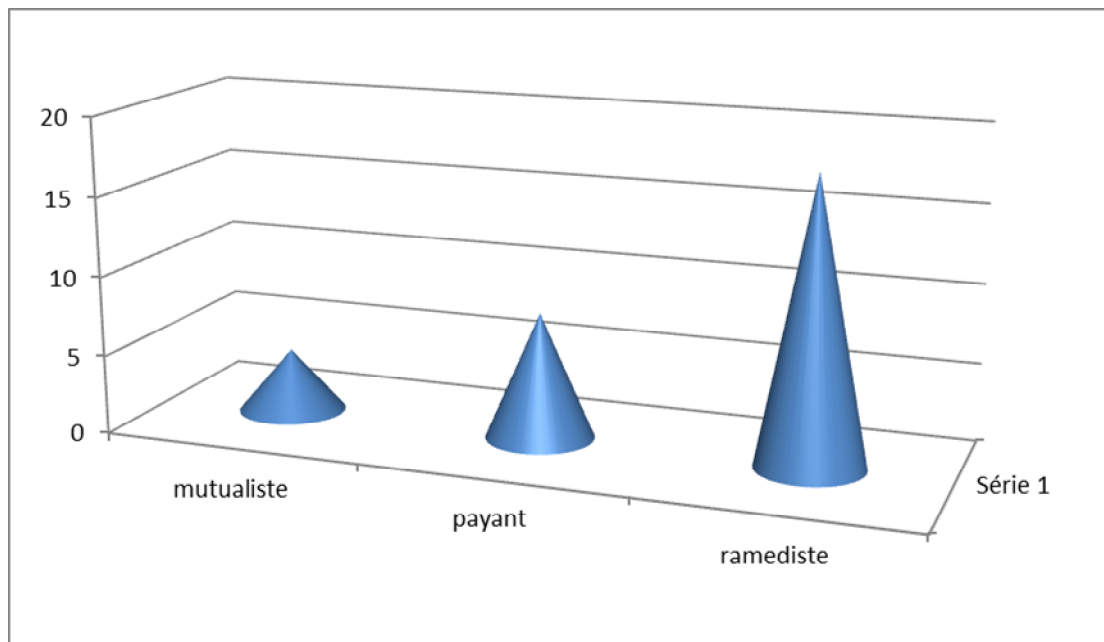


Figure 3 : provenance géographique de nos patients

56,7% des malades provenaient de la région Rabat-Salé-Zemour-Zair

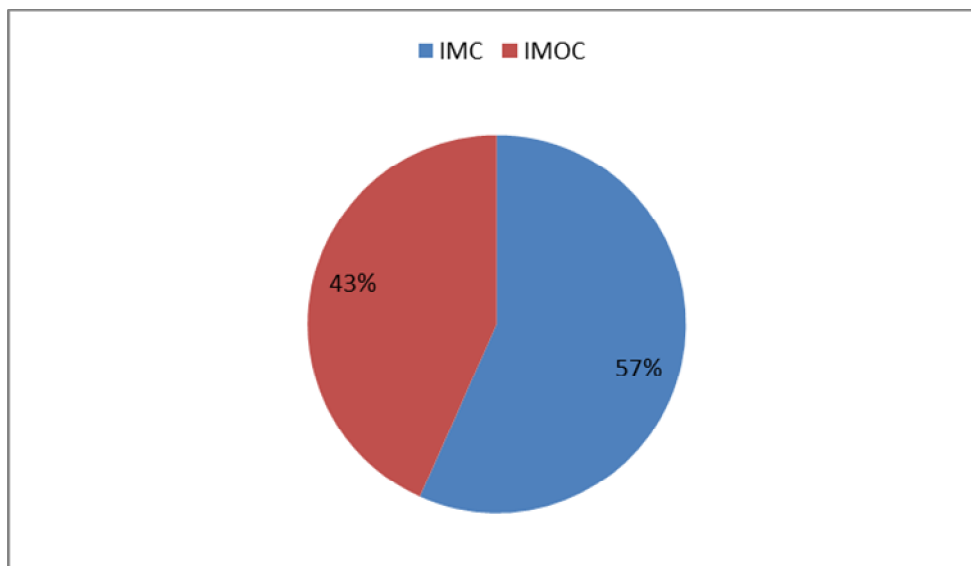
#### 4. Le statut social



**Figure 4 : statut social de nos patients**

- 60 % des patients étaient des ramedistes.
- 13,3 % des patients étaient des mutualistes.
- 26,7 % des patients étaient des payants.

## 5. Le type de paralysie cérébrale



**Figure 5 : type de paralysie cérébrale**

57 % des patients étaient des enfants infirmes moteurs cérébraux.

43 % étaient des enfants infirmes moteurs d'origine cérébrale.

## 6. Forme anatomique de la paralysie cérébrale

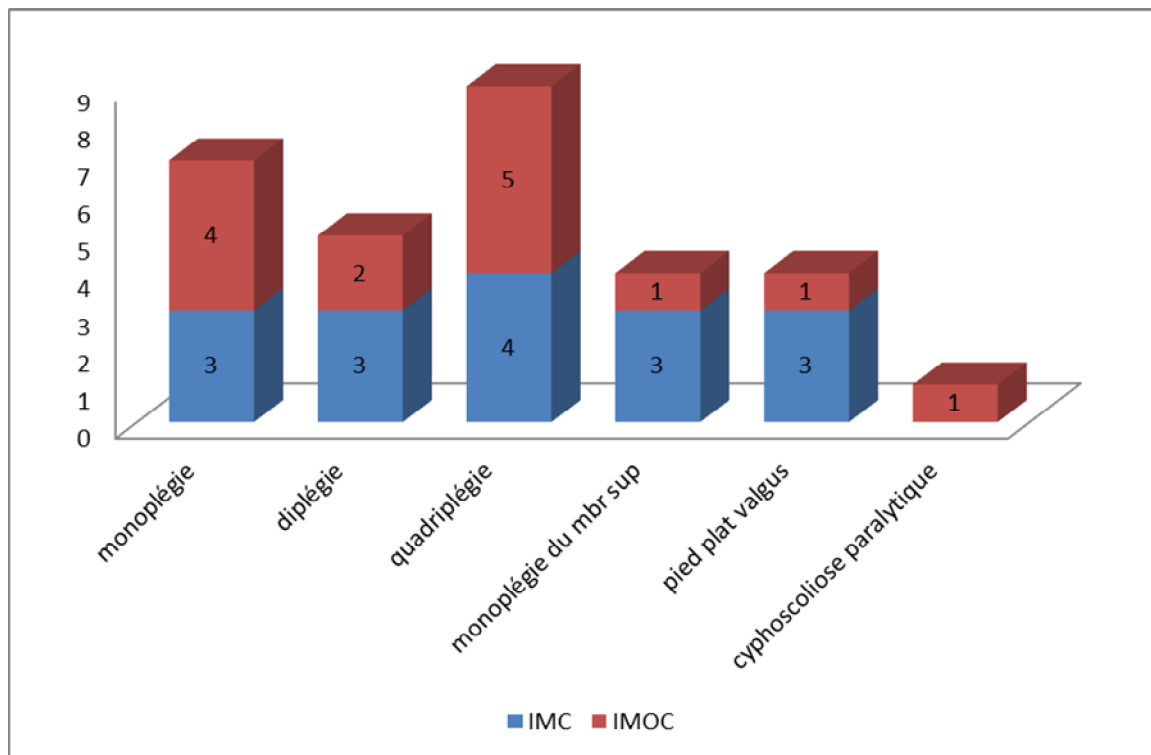


Figure 6 : forme anatomique du trouble

## 7. Le type d'appareillage

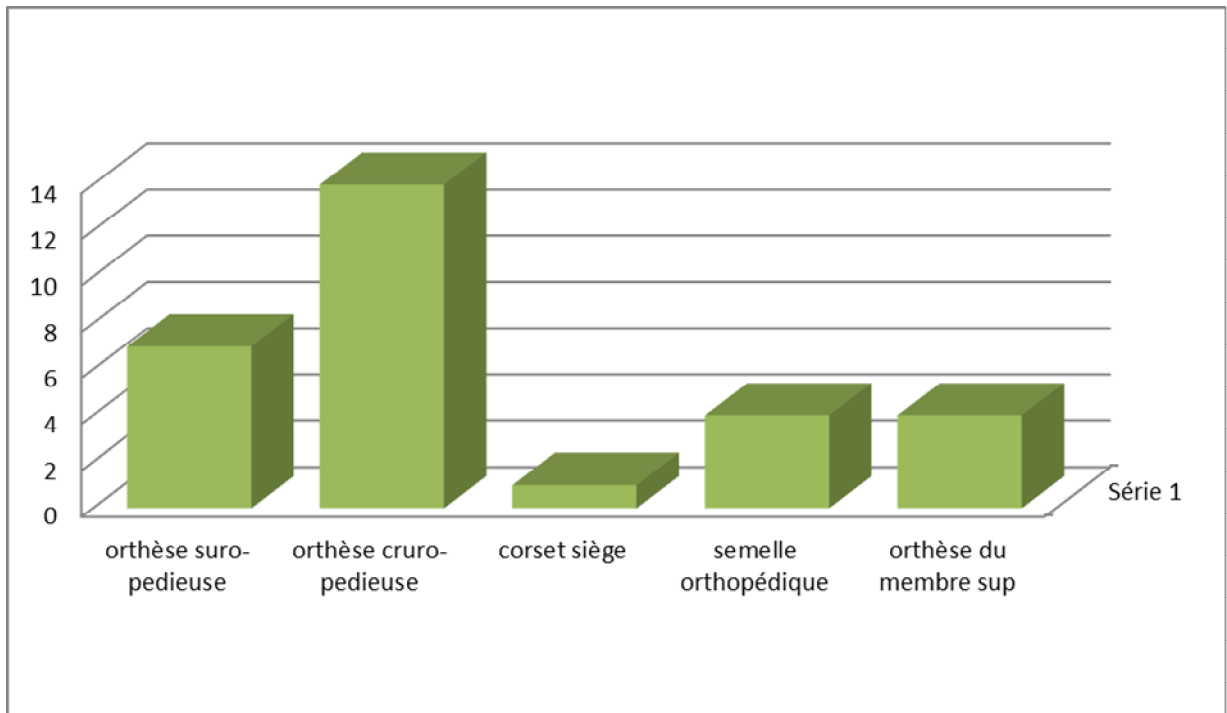


Figure 7 : les différents types d'appareillage

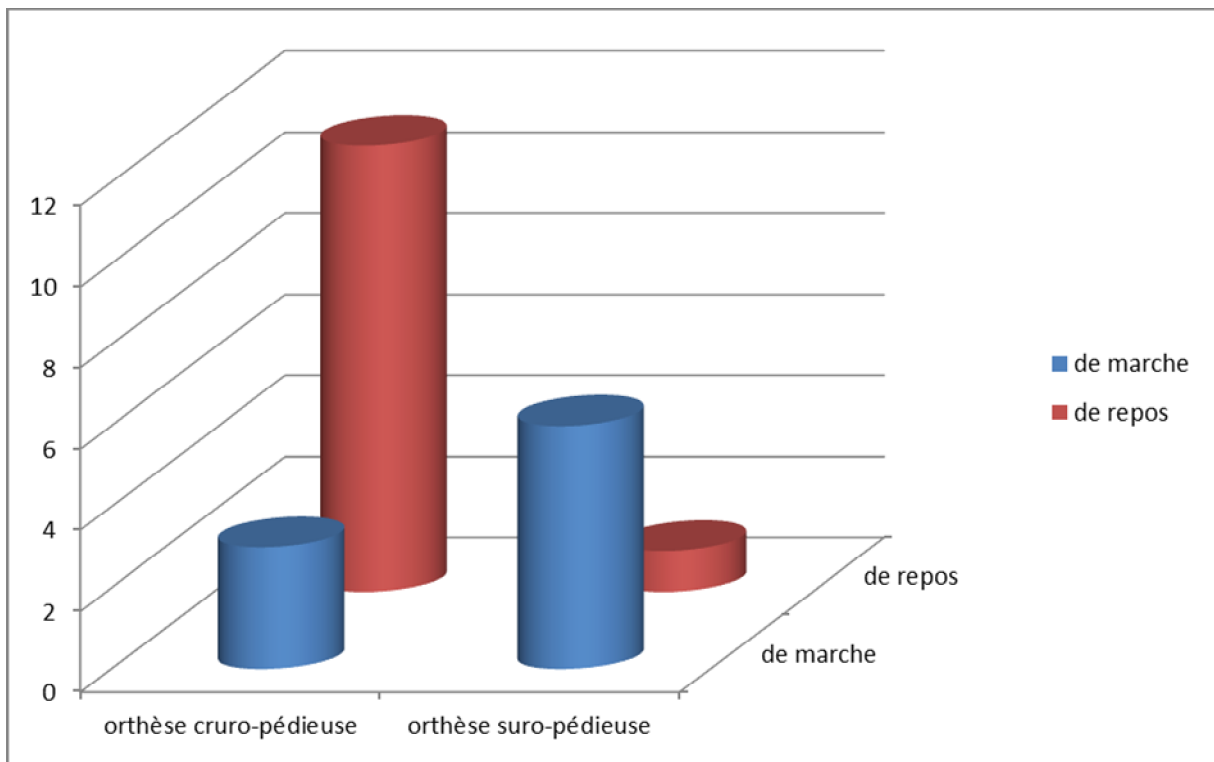


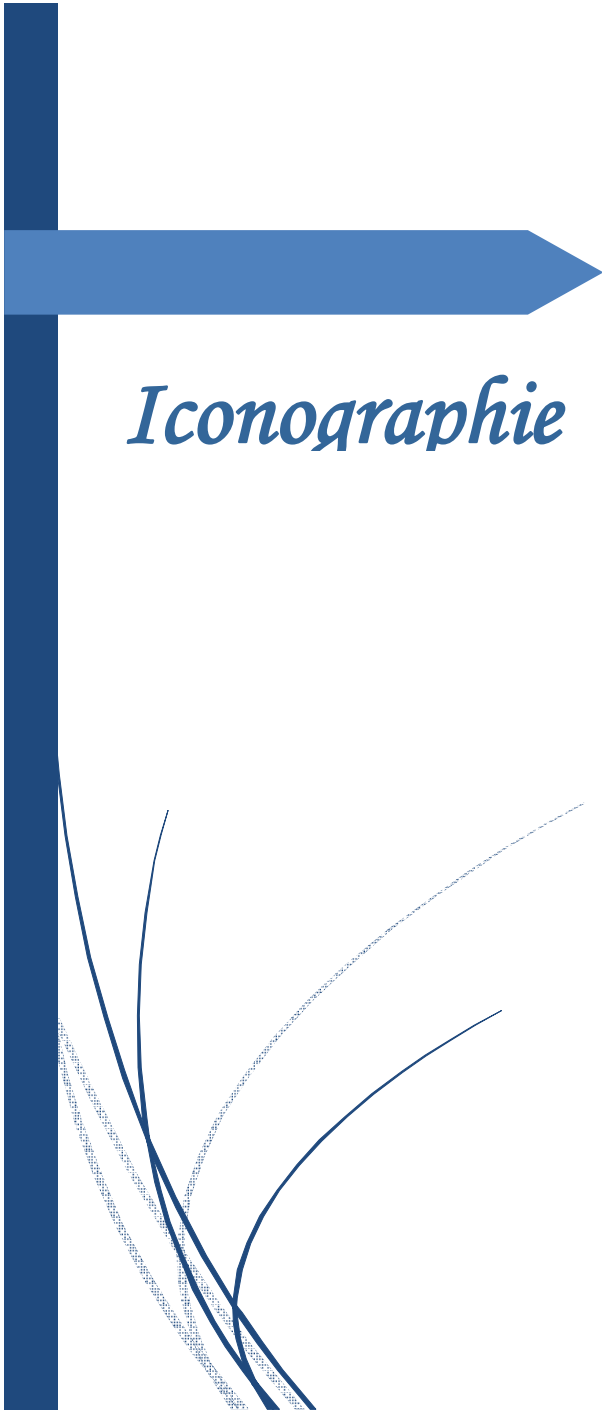
Figure 8 : les orthèses cruro-pédieuses et suro-pédieuses de marche et de repos

**Tableau I : résumé des observations**

N°	Sexe	Age	Provenance géographique	Statut administratif	Type d'infirmité motrice	Forme anatomique	Indication d'appareillage	Type d'appareillage
7	F	5	Rabat	Payant	IMC	monoplégie	Maintien post-op	Orthèse suro pédieuse gauche de marche
10	M	4	Arfoud	RAMED	IMOC	Cyphoscoliose paralytique	Nursing	Corset siège
15	M	15	Sidi kacem	RAMED	IMOC	monoplégie	Stabilisation post-op	Orthèse suro pédieuse gauche de marche
22	M	3	Salé	Payant	IMC	Pied plat valgus	Compenser l'inégalité	Coque talonniere + coin antivalgus bilaterale
28	F	12	Rabat	RAMED	IMOC	Monoplégie	Stabilisation post-op	Orthèse suro pédieuse gauche de marche
32	F	14	Salé	RAMED	IMC	Diplégie	Stabiliser une chirurgie multi site	Orthèse cruro pédieuse gauche de marche
34	M	4	Ouazzane	mutualiste	IMOC	Diplégie	Stabiliser une chirurgie multi site	Orthèse suro pédieuse de marche bilaterale
37	M	5	Ouazzane	mutualiste	IMC	Quadriplégie	Stabiliser une chirurgie multi site	Orthèse cruro pédieuse bilatérale de repos

41	M	4	Kenitra	payant	IMC	Monoplégie du membre sup	Stabiliser un transfert tendineux	Orthèse du poignet en extension
46	F	7	Rabat	RAMED	IMOC	Quadriplégie	Stabiliser une chirurgie multi site	Orthèse cruro pédieuse bilatérale de repos
48	M	11	Tanger	RAMED	IMC	Diplegie	Stabiliser une chirurgie multi site	Orthèse cruro pédieuse droite de marche
58	M	13	Rabat	Payant	IMC	Diplégie	Stabiliser une chirurgie multi site	Orthèse cruro pédieuse bilatérale de repos
69	M	4	Témara	RAMED	IMOC	Quadriplégie	Stabiliser une chirurgie multi site	Orthèse cruro pédieuse bilatérale de repos
91	F	9	Salé	RAMED	IMC	Quadriplégie	Stabiliser une chirurgie multi site	Orthèse cruro pédieuse bilatérale de repos
93	M	10	Tiffelt	RAMED	IMC	Monoplégie	Maintien post-op	Orthèse jambière gauche de marche
104	M	11	Settat	RAMED	IMOC	Quadriplégie	Stabiliser une chirurgie multi site	Orthèse cruro pédieuse bilatérale de repos
107	M	3	Témara	Payant	IMOC	Monoplégie	Maintien post-op	Orthèse suro pédieuse droite de marche
110	F	9	Salé	RAMED	IMC	Monoplégie du membre sup	Stabiliser un transfert tendineux	Orthèse du poignet droit a l'extension de 10° arrivant jusqu'aux interphalangiennes distaux
112	F	8	Kénitra	RAMES	IMOC	Diplégie	Stabiliser une chirurgie multi site	Orthèse cruro pédieuse bilatérale articulé au genou

117	F	3	Ouazzane	RAMED	IMOC	Quadriplégie	Stabiliser une chirurgie multi site	Orthèse cruro pédieuse bilatérale de repos
118	F	8	Rabat	RAMED	IMC	Monoplégie	Stabiliser une chirurgie multi site	Orthèse cruro pédieuse gauche de repos
130	M	16	Sidi slimane	RAMED	IMC	Monoplégie	Stabiliser une chirurgie multi site	Orthèse suro pédieuse gauche de marche
154	M	10	Salé	RAMED	IMC	Quagriplégie	Stabiliser une chirurgie multi site	Orthèse cruro pédieuse bilatérale de repos
155	M	16	El haouz	Payant	IMOC	Pied plat valgus	Compenser une inégalité	Orthèse de compensation du pied gauche
182	F	6	Rabat	Payant	IMOC	Quadriplégie	Stabiliser une chirurgie multi site	Orthèse cruro pédieuse bilatérale de repos
183	M	4	Salé	RAMED	IMC	Quadriplégie	Stabiliser une chirurgie multi site	Orthèse cruro pédieuse bilatérale de repos
193	M	12	Rabat	Payant	IMC	Pied plat	Trouble du chaussage	Coque talonnière
196	F	12	Rabat	RAMED	IMC	Monoplégie du membre sup	Correction d'attitude vicieuse	Orthèse du poignet droit
197	F	5	Rabat	Mutualiste	IMOC	Monoplégie du membre sup	Correction d'attitude vicieuse	Orthèse du poignet droit poignet en extension à 15° doigts en extension pouce en abduction
205	F	8	Khmissat	Mutualiste	IMC	Pied plat valgus	Trouble du chaussage	Semelle du pied plat avec coin antivalgus bilatéral

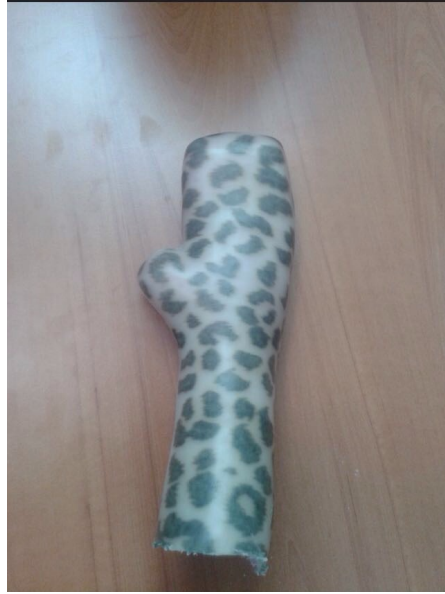




**Figure 9 : orthèse plantaire supra malléolaire  
(atelier orthopédique de l'HER)**



**Figure 10 : semelle plantaire pour pied neurologique  
(atelier orthopédique de l'HER)**



**Figure 11 : orthèse anti flexum du poignet chez une main de paralysé cérébral  
(atelier orthopédique de l'HER)**



**Figure 12 : attelle de nuit pour flexum du coude à la phase d'essayage  
(atelier orthopédique de l'HER)**



**Figure 13 : Attelle cruro pédieuse (KAFO) de posture chez une quadriplégique après chirurgie multisite (atelier orthopédique de l'HER)**



**Figure 14 : orthèse jambière de marche chez une diplégique autonome (atelier orthopédique de l'HER)**



**Figure 15 : corset de type CTM sur une vue de profil (atelier orthopédique de l'HER)**



**Figure 16 : corset de type CTM sur une vue de dos (atelier orthopédique de l'HER)**



**Figure 17 : corset de siège chez un quadriplégique (atelier orthopédique de l'HER)**



Notre série comporte un échantillon assez important mais elle a les limites d'une étude rétrospective.

Notre série est caractérisée par :

- Une prédominance du sexe masculin
- Les patients appartiennent aux différentes tranches d'âge
- La majorité des patients proviennent de la région rabat-salé-zemour-zair.
- La plus part des patients sont des ramedistes : les deux tiers.
- Les patients IMOC dépassent ceux IMC avec une différence de 14%.
- Les formes anatomiques sont variables.
- Les appareillages sont différents avec prédominance des orthèses du membre inférieur et surtout les orthèses cruro-pédieuses.

Notre série a le mérite de rapporter la jeune expérience de l'unité d'appareillage orthopédique de l'HER en matière de paralysie cérébrale. En 02 ans; nous avons pu assurer tout l'appareillage postopératoire de la chirurgie multi sites; la semelle du pied neurologique ainsi que le matériel en thermoformable du membre supérieur.

Par contre notre activité ne comporte pas encore la prise en charge complète du grand paralysé cérébral; notamment les corsets de siège et surtout le corset Garchois; nécessitant une technicité qui est actuellement en cours d'acquisition.

# **I. LA PARALYSIE CÉRÉBRALE**

## **A- Définition – Rappel nosologique : IMC; IMOC [1-2]**

La paralysie Cérébrale est due à des lésions cérébrales précoces accidentelles survenues dans la période péri natale; parfois avant (in-utéro); parfois au moment de la naissance; parfois juste après. Ce n'est ni une malformation cérébrale; ni une maladie héréditaire. C'est la conséquence de l'agression d'un cerveau sain.

On parle d'I.M.C quand les séquelles sont purement motrices et qu'il y a conservation de l'intelligence.

L'infirmité motrice cérébrale (IMC) ou paralysie cérébrale consiste; comme le proposent Rosenbaum et al. [1]; en un ensemble de troubles du développement du mouvement et de la posture; provoquant une limitation des activités; attribués à des perturbations non progressives qui surviennent durant le développement cérébral du fœtus ou de l'enfant. Les troubles moteurs dans la paralysie cérébrale sont souvent accompagnés de perturbations sensibles; cognitives; de communication; de perception; du comportement; d'épilepsie ou de déformations musculo-squelettiques secondaires.

Guy Tardieu dit que l'IMC regroupait des troubles moteurs prédominants et non évolutifs dus à une lésion cérébrale; conséquence d'une lésion pré; péri ou postnatale précoce; pouvant s'accompagner d'atteintes sensorielles et d'atteintes partielles des fonctions supérieures à l'exception d'une déficience intellectuelle (Tardieu 1969). [2]

D'après cette définition; les infirmes moteurs cérébraux sont porteurs de lésions cérébrales anatomiquement stabilisées; sans composante génétique. Ces lésions s'expriment par un déficit moteur prédominant; voire exclusif. En tout cas; il n'existe pas de sous-efficience intellectuelle globale caractérisée. Il s'agit d'I.M.O.C lorsque les séquelles sont multiples; non seulement motrices; mais aussi intellectuelles ; parfois; il y a une épilepsie; une atteinte sensorielle importante... c'est le tableau d'une personne polyhandicapée.

Ces deux catégories de malades; IMC et IMOC; sont réunies sous le même vocable de «Cerebral Palsy» (CP) dans la littérature anglophone. Claudine Amiel-Tison [3] a défini l'Infirmite d'Origine Cérébrale comme un trouble de la posture et trouble du mouvement résultant d'une lésion cérébrale non progressive et définitive survenue sur un cerveau en voie de développement.

## **B- Les étiologies de la paralysie cérébrale [4]**

Les étiologies sont diverses en fonction de l'époque de l'atteinte cérébrale et du terme de l'enfant.

### **1. Période anténatale**

Les infections de la mère (rubéole; cytomégalovirus; streptocoque B; VIH/SIDA et autres IST); les intoxications (alimentaires; nicotiniques; alcooliques); l'incompatibilité de facteur rhésus; retard de croissance intra-utérine (hypertension artérielle gravidique; toxémie gravidique...); troubles de l'embryogenèse; une malformation cérébrale et une souffrance néonatale sont les causes les plus fréquents dans la période anténatale.

## **2. Période périnatale**

La prématurité devient la cause la plus fréquente actuellement; suivie par les infections materno-fœtales; les accouchements dystociques et les facteurs néonataux comme l'anémie; l'hypovolémie; l'hypoglycémie; l'hypothermie et l'hyperbilirubinémie...

## **3. Période post natale**

Parmi les causes postnatales (chez le nouveau-né ou le nourrisson); on peut retrouver: les infections cérébrales ; séquelles de méningites; encéphalopathie liée au virus du SIDA...; le traumatisme post natal; l'accident vasculaire cérébral ; état de mal convulsif; déshydratation aiguë grave. Les fièvres élevées sont les causes les plus citées; les maladies métaboliques; l'ictère nucléaire.

## **C- Physiopathologie des séquelles orthopédiques de la paralysie cérébrale [5]**

L'appareil ostéoarticulaire du nourrisson; dont l'atteinte cérébrale est récente; n'est pas déformé quelle que soit l'étendue de l'atteinte. Ce n'est qu'avec le temps; la croissance; l'installation du déséquilibre musculaire et de positions vicieuses que les déformations vont progressivement apparaître. Alors que la lésion cérébrale est fixée; les conséquences des troubles du tonus et du déséquilibre musculaire vont retentir sur le potentiel fonctionnel de l'enfant; voire l'aggraver.

- Les anomalies primaires; liées à la spasticité; sont les conséquences directes de la lésion cérébrale. Elles se traduisent par un déséquilibre entre muscles agonistes et antagonistes.

- Les anomalies secondaires sont les conséquences de ce déséquilibre sur la croissance musculaire et ostéoarticulaire. Les muscles dominants; trop contractés deviennent trop courts et leurs aponévroses se rétractent. La conjonction de la spasticité de la spasticité et des troubles musculaires qu'elle engendre perturbe progressivement le programme de croissance osseuse de l'enfant.
- Les anomalies tertiaires sont des mécanismes d'adaptation visant à composer les déformations secondaires pour permettre la marche et la rendre plus efficace. Il peut s'agir d'une rotation du bassin pour allonger le pas; d'un fauchage des membres inférieurs lors de la phase oscillante ou d'une activité prolongée des quadriceps pour lutter contre la flexion excessive des genou.ces anomalies sont préoccupantes lors de la poussée de croissance pubertaire; car elles entraînent une aggravation orthopédique et fonctionnelle pouvant compromettre les possibilités de marche.

- **La pathogénie des troubles orthopédiques [6]**

- **Le rôle de la croissance**

Une condition essentielle à la croissance harmonieuse du muscle est l'étirement régulier d'un muscle relâché dans des conditions physiologiques de mise en charge et d'appui.

Cette condition est déficiente chez l'enfant IMC; en raison des troubles du tonus et de la réduction plus ou moins sévère du niveau d'activités motrices [7]

D'après Tardieu [8]; pour grandir et s'adapter à la longueur entre ses insertions; le muscle doit augmenter le nombre de ses sarcomères; ce que les muscles spastiques sont incapables de faire.

D'autres anomalies morphologiques sont observées dont une réduction du volume musculaire et une accumulation anormale de collagène [9,10].

### **Les troubles cérébromoteurs**

Le développement harmonieux d'une articulation nécessite une répartition équilibrée des contraintes mécaniques autour de cette articulation. Si un déséquilibre existe entre des muscles spastiques provoquant des contraintes excessives dans un sens et des muscles faibles peu sollicités; le secteur de mobilité de l'articulation va se modifier et l'articulation progressivement se détériorer (exemple : la luxation de hanche).

Les postures anormales; les attitudes vicieuses; les asymétries aggraveront les conséquences du déséquilibre musculaire sur l'appareil squelettique : instabilité de l'articulation; antéversion des cols fémoraux; torsions tibiales; pieds valgus; scolioses. . . [7].

## D- Les formes cliniques de la paralysie cérébrale [11]

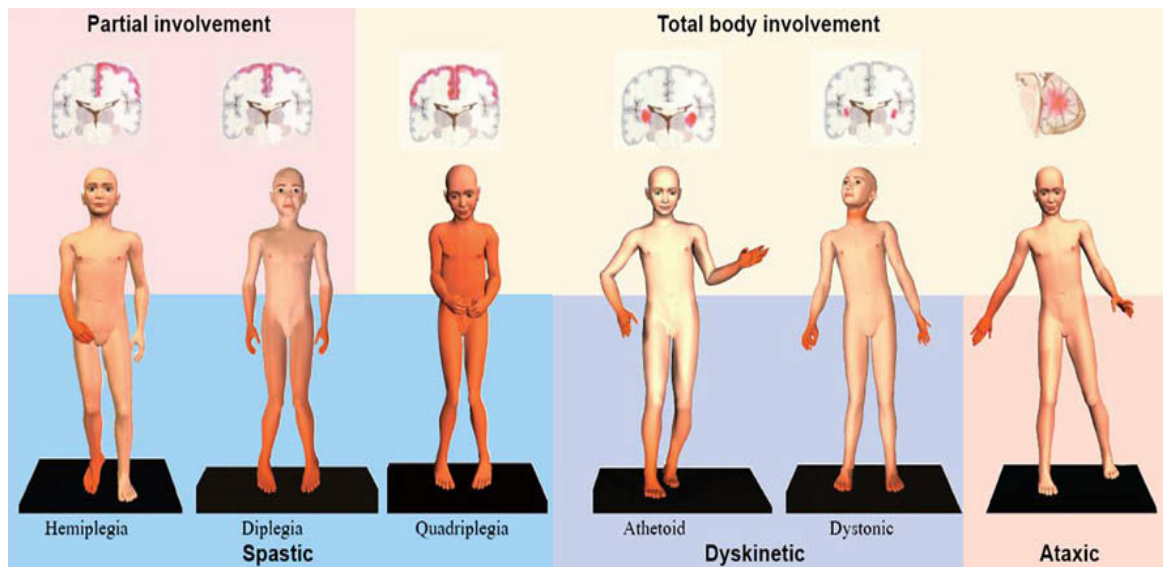


Figure 18 : classification de la paralysie cérébrale [12]

### 1- Les formes neurologiques

Ce sont les formes spastique; dyskinétique et ataxique ; cependant les formes mixtes sont très fréquentes; spasticité et dyskinésie associées; par exemple.

#### a- La forme spastique [13]

La spasticité est l'exagération du réflexe d'étirement musculaire au réflexe myotatique. Elle se traduit par deux symptômes : l'exagération des réflexes ostéotendineux et/ou les trépidations caractéristiques; déclenchées par l'examineur ou parfois par le mouvement actif lui-même ; et l'hypertonie musculaire en résistance à l'étirement passif du muscle; hypertonie dite « élastique » et dépendant de la vitesse d'étirement.

L'atteinte du système nerveux pyramidal; support de la motricité volontaire est à l'origine d'une exagération du réflexe musculaire secondaire. Les muscles atteints sont raides; ils répondent à la moindre excitation. Lorsqu'un mouvement est ébauché; les muscles qui devraient se relâcher n'y parviennent pas; ce qui fait que le mouvement s'arrête à mi-chemin et le membre est paralysé. Il s'agit d'un déséquilibre entre les muscles agonistes et les muscles antagonistes.

Les caractéristiques de la forme spastique peuvent être résumées de la façon suivante.

- Une réponse anormale à l'étirement rapide; généralement accompagnée de clonus et reflexes ostéotendineux vifs; une résistance accrue à l'étirement lent.
- C'est une pathologie du système pyramidal.
- Plus la lésion est sévère; plus la spasticité s'installe tôt (premiers mois).
- La spasticité entraîne des déformations malgré les efforts du kinésithérapeute et de l'orthopédiste pour les limiter.
- Deux formes topographiques sont le plus souvent « spastiques pures »; ce sont la diplégie et l'hémiplégie.

Mesure de la spasticité [14] : l'hypertonie est mesurée par l'échelle d'Ashworth (plus répandue) ou celle de Tardieu (plus adaptée) ; les spasmes sont mesurés par l'échelle de Penn.

✓ **Echelle Ashworth modifié**

- 0 : Tonus musculaire normal
- 1 : Augmentation discrète du tonus musculaire se manifestant par un ressaut suivi d'un relâchement ou par une résistance minimale en fin de mouvement
- 1 + : Augmentation discrète du tonus musculaire se manifestant par un ressaut suivi d'une résistance minimale perçue sur moins de la moitié de l'amplitude articulaire
- 2 : Augmentation plus marquée du tonus musculaire touchant la majeure partie de l'amplitude articulaire; l'articulation pouvant être mobilisée facilement
- 3 : Augmentation importante du tonus musculaire rendant la mobilisation passive difficile
- 4 : L'articulation concernée est fixée en flexion ou extension; abduction ou adduction

**Figure 19 : échelle d'Ashworth modifié (14)**

✓ **Echelle de Tardieu**

✓ *Qualité de la réaction musculaire (X)*

- 0 : Pas de résistance tout au long du mouvement passif
- 1 : Discrète augmentation de la résistance au cours du mouvement passif sans que l'on puisse ressentir clairement un ressaut à un angle précis
- 2 : Ressaut franc interrompant le mouvement passif à un angle précis; suivi d'un relâchement
- 3 : Clonus épuisable (< 10 s lorsque l'on maintient l'étirement) survenant à un angle précis
- 4 : Clonus inépuisable (> 10 s lorsque l'on maintient l'étirement) survenant à un angle précis

✓ *Angle où apparaît la réaction musculaire (Y)*

La mesure est rapportée à la position d'étirement minimale pour chaque articulation (correspondant à l'angle 0); à l'exception de la hanche où la mesure est rapportée à la position de repos anatomique

**Figure 20 : échelle de Tardieu (14)**

✓ **Échelle de spasmes de Penn.**

- 0 : Absence de spasmes
- 1 : Spasmes induits par des stimulations sensorielles ou mobilisation passive
- 2 : Spasmes spontanés occasionnels
- 3 : Nombre de spasmes spontanés compris entre 1 et 10/ heure
- 4 : Plus de 10 spasmes/heure

**Figure 21 : échelle de Penn (14)**

### **b- La forme dyskinétique**

Elle est caractérisée par la présence de mouvements involontaires rapides ou lents; liés à une atteinte des ganglions de la base.

Le terme de dystonie-dyskinésie est le plus souvent employé et résume l'impossibilité d'organiser et d'exécuter correctement un mouvement volontaire; de coordonner des mouvements automatiques; de maintenir une posture.

Ces mouvements anormaux augmentent avec l'âge; ils s'associent souvent à des dystonies posturales. Dans cette variété; le trouble du tonus est le plus souvent une rigidité de nature extrapyramidale diffuse qui persiste inchangée aux mouvements lents et répétés de flexion et d'extension des membres (tuyau de plomb). Cette résistance à la manipulation est d'ailleurs assez variable d'un moment à l'autre. La rigidité des membres peut s'accompagner d'une hypotonie axiale majeure; ou d'une posture permanente en hyperextension.

### **c- La forme ataxique**

Cette catégorie est peu fréquente; imparfaitement définie; hétérogène. Bien qu'elle soit non progressive; le tableau clinique ne devient frappant qu'autour de 2 ans ou plus tard. La marche indépendante n'est acquise le plus souvent qu'entre 3 et 4 ans; avec des chutes fréquentes et un polygone large. L'équilibre en position debout reste précaire. Dismétrie et tremblement intentionnel n'apparaissent généralement qu'au-delà de 2 ans.

#### **❖ Intérêt et limites de cette catégorisation**

Les formes pures existent avec des caractères cliniques et physiopathologiques bien définis. Les formes mixtes cependant sont fréquentes; notion ancienne revue récemment par Paneth [15] : association spasticité-dyskinésie; association spasticité-hypotonie et association ataxie-hypotonie.

Dans les formes quadriplégiques les plus sévères; une hypotonie majeure peut coexister avec spasticité et dyskinésie ; cette symptomatologie est la marque de lésions parenchymateuses très étendues; y compris médullaires.

#### **❖ Catégorisation européenne**

Un réseau européen fonctionne depuis 1998 [16-17]. Une définition symptomatique des sous-types y a été adoptée : spastique; dyskinétique; ataxique. La classification topographique intervient à l'intérieur de ces trois groupes selon le caractère uni ou bilatéral : par exemple; une forme spastique peut être unilatérale (c'est-à-dire hémiplegique) ou bilatérale (diplégique ou quadriplégique). Cette proposition évite les pièges des variétés topographiques classiques.

## **2- Les formes topographiques**

La diplégie; la quadriplégie et l'hémiplégie sont les formes les fréquentes. L'hémiplégie double est rare ; les monoplégies et triplégies sont également rares; il est permis de croire qu'elles n'existent pas vraiment mais résultent d'une évaluation incomplète.

### **a- Diplégie**

Les quatre membres sont atteints; mais avec une nette prédominance au niveau des membres inférieurs. En effet; ce sont les axones issus du cortex moteur des membres inférieurs qui sont les plus vulnérables dans la région périventriculaire; siège de prédilection de l'hypoperfusion à cet âge ; cependant la motricité des membres supérieurs est rarement intacte. L'atteinte motrice est très souvent asymétrique. C'est une forme spastique; une dystonie est fréquemment associée; et parfois des mouvements involontaires. Un strabisme est très fréquent en raison du trajet à risque des radiations optiques dans la zone de prédilection des LPV; au niveau du bras postérieur de la capsule interne. Une épilepsie est possible; mais moins fréquente que dans les formes hémi- ou quadriplégiques ; le QI est le plus souvent légèrement inférieur à la normale.

### **b- Quadriplégie**

C'est la forme la plus sévère ; elle atteint les quatre membres avec pour caractéristiques le fait qu'elle :

- comporte des atteintes sévères de la motricité buccofaciale par atteinte diffuse des faisceaux corticobulbaires et/ou du tronc cérébral ;

- associe le plus souvent au trouble moteur des déficiences dans tous les domaines de la fonction cérébrale; y compris des épilepsies sévères.

Dans le domaine moteur; les symptômes peuvent être davantage dans le versant spastique (c'est le cas par exemple d'une asphyxie partielle subaiguë) ou davantage dans le versant dyskinétique (c'est le cas d'une asphyxie aiguë telle qu'observée dans des accidents intrapartum entraînant une interruption complète de la circulation cérébrale). Cependant les formes mixtes; à la fois spastiques et dyskinétiques; sont fréquentes.

### **c- Hémiplégie**

C'est une atteinte strictement unilatérale prédominant au membre supérieur; de nature spastique le plus souvent ; due à une lésion unilatérale d'un hémisphère cérébral; son mode d'installation et les pathologies associées sont un peu particuliers.

La notion classique d'intervalle libre est contestable; car une asymétrie du tonus passif est le plus souvent présente dès la naissance; même si les valeurs estimées se situent à l'intérieur des limites de la normale pour l'âge ; et également une asymétrie des ROT et de la motricité spontanée. Si cette symptomatologie échappe au clinicien; ce sera la mère qui plus tard s'inquiétera d'une asymétrie fonctionnelle et d'une hypertonie gênante dans l'habillement du côté du bras inactif.

L'acquisition de la marche indépendante dans la zone de retard modéré; c'est-à-dire entre 18 et 24 mois; est la règle. Plusieurs explications rendent compte de cette particularité à l'intérieur du groupe des paralysies cérébrales incapacitantes : le degré peu sévère de la spasticité du membre inférieur; une bonne jambe d'appui de l'autre côté.

La fréquence d'une épilepsie est particulièrement élevée.

## **E-Principes thérapeutiques généraux [5,18-20]**

La prise en charge de l'enfant paralysé cérébral doit être multidisciplinaire. Elle a pour objectifs principaux de mettre en œuvre tous les moyens utiles permettant de donner à l'enfant le meilleur niveau d'autonomie; le plus de confort et la meilleure qualité de vie. Elle s'adresse à l'enfant; mais également aux parents.

Dans tous les cas; la kinésithérapie et l'appareillage sont indispensables tout au long de la croissance. La lutte contre la spasticité se conçoit plutôt chez le jeune enfant avant les rétractions musculo-tendineuses et cette lutte prépare à une deuxième étape chirurgicale Orthopédique multi site chez l'enfant plus grand.

L'implication du kinésithérapeute et de l'orthoprothésiste est indispensable à la réussite de toute prise en charge de la paralysie cérébrale.

La rééducation de l'enfant paralysé cérébral est très délicate et très difficile. Elle nécessite de la patience et du temps. Les progrès dépendent de la capacité intellectuelle de l'enfant; d'une bonne organisation psychomotrice et d'un caractère stable. La rééducation de l'IMC est un travail d'équipe et exige une bonne motivation des parents. Elle peut être préventive ou curative; mais le traitement curatif efficace doit voir son efficacité prolongée par la mise en place d'un traitement préventif minimal.

La rééducation doit débuter tôt pour que la plasticité cérébrale puisse permettre; autant que possible; une réorganisation neuronale tentant à suppléer les schémas moteurs déficients. Elle doit être poursuivie pendant toute la croissance pour lutter contre les troubles orthopédiques qui s'installent en raison

de l'inadéquation entre la croissance musculaire et la croissance osseuse. Elle reste nécessaire même à l'âge adulte; en entretien; à un rythme moins soutenu; pour conserver les acquis fonctionnels et lutter contre le vieillissement qui a des conséquences d'autant plus néfastes que l'appareil locomoteur n'a pas des conditions biomécaniques satisfaisantes. Chez le tout jeune enfant; la rééducation doit être globale plus qu'analytique en essayant d'inhiber les schémas moteurs pathologiques et en facilitant des schémas moteurs normaux.

L'appareillage est un traitement complémentaire très utile de la rééducation. Le temps de rééducation étant limité; la contention orthopédique vient compléter la durée des étirements musculaires par une posture en position non raccourcie. Les moyens utilisés sont nombreux.

L'appareillage chez l'enfant paralysé cérébral permet de contrôler les contractures musculaires ou les mouvements anormaux qui parasitent le mouvement volontaire; entraînant des attitudes vicieuses gênant l'installation ou la fonction.

C'est un des éléments de la rééducation globale qui nécessite une participation familiale 7 jours / 7. Afin d'être efficace et bien accepté; il doit être bien expliqué à l'enfant et à la famille avec ses contraintes et ses avantages. Son port doit être confortable et sans douleurs.

Le recours au traitement médical (toxine botulique et autre) nécessite la maîtrise de la technique d'administration; les doses; les buts programmés ainsi que l'information des parents sur l'effet habituellement éphémère de la durée d'action.

La substance la plus utilisée actuellement est la toxine botulinique [4]

Il est aujourd'hui clairement établi que les injections de toxine botulique contribuent à améliorer les possibilités de déambulation des enfants IMC; retardent l'apparition de rétractions fixées et contribuent à un plus grand confort dans les soins de *nursing*. Les différentes équipes s'accordent à reconnaître que les résultats sont d'autant meilleurs que les injections sont pratiquées tôt d'une part; et que le trouble est modéré d'autre part [21-23].

Pour le traitement chirurgical il s'agit de la chirurgie multi-sites qui consiste en la réalisation; dans le même temps opératoire; de gestes osseux et tendineux nécessaires à la correction des déformations orthopédiques qui peuvent compromettre le pronostic de marche de l'enfant IMC.

Le traitement chirurgical; ayant toujours des objectifs fonctionnels; a longtemps été réalisé de façon limitée et successive par crainte de gestes chirurgicaux excessifs aux conséquences irréparables. Actuellement; il semble logique de corriger par une chirurgie multi-sites en un seul temps toutes les déformations orthopédiques nécessitant une correction par geste tendineux ou osseux; car toute modification à un seul niveau ne peut conduire qu'à la création d'un déséquilibre global; avec pour conséquence le retour à l'état antérieur. Cette chirurgie permet de diminuer les hospitalisations itératives au cours de l'enfance; avec pour conséquence une diminution du coût économique et du retentissement sur la vie familiale; scolaire et sociale.

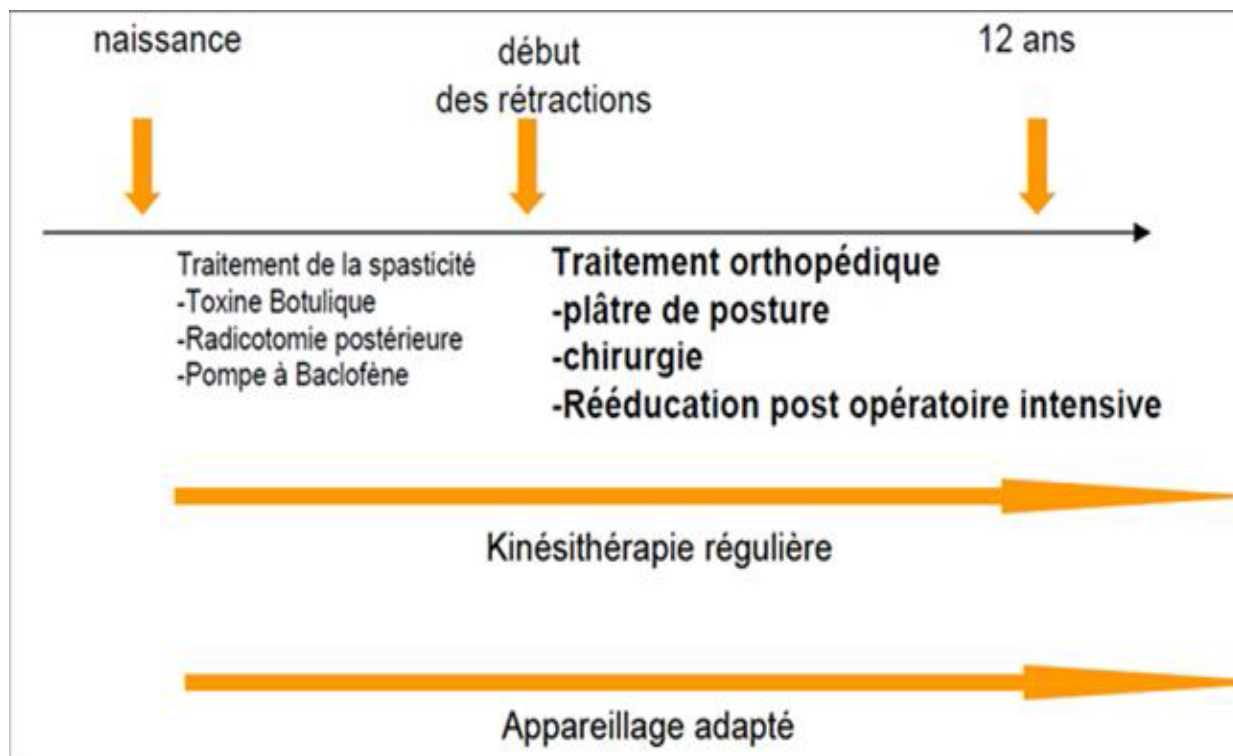


Figure 22 : schéma global de la prise en charge ()

## II. APPAREILLAGE ORTHOPEDIQUE ET PARALYSIE CEREBRALE

### A- Historique de l'appareillage orthopédique - évolution des concepts [24-25-27-28-33]

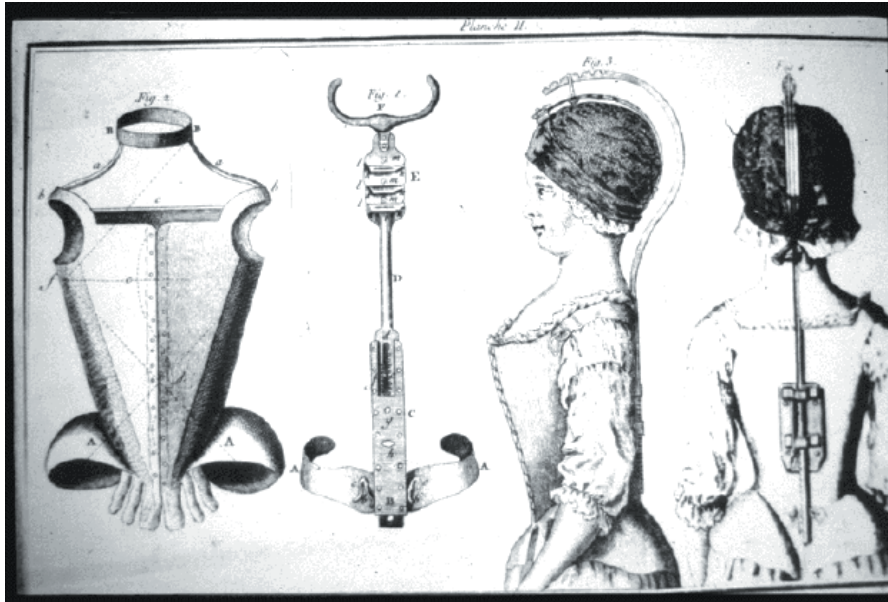
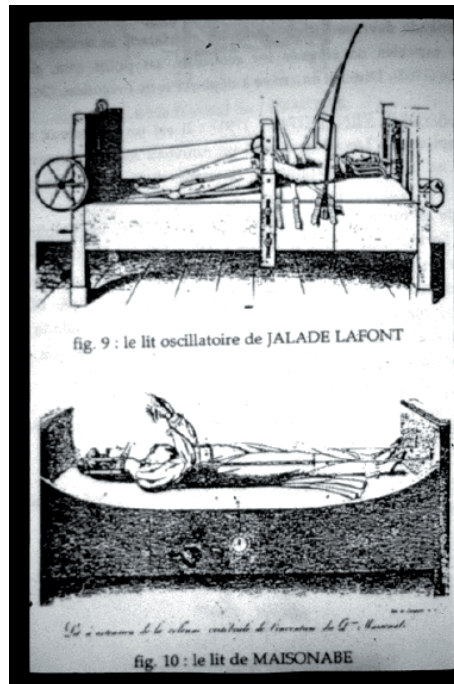


Figure 23 : un corset de sorte d'ancêtre du Milwaukee actuel (25)

L'histoire de la prise en charge orthopédique pour le traitement des fractures avec une réduction fermée et des entaillles remonte à Hippocrate; mais l'histoire enregistrée pour le traitement des Conditions de la maladie neuromusculaire est plus courte. Ambrose Paré a décrit les Modifications de la chaussure pour les pieds bots varus équins au 16 ème siècle. Winthrop Morgan Phelps; un chirurgien orthopédiste américain au début du 20e siècle; s'intéressait principalement à la gestion de l'IMC. Bien qu'il soit chirurgien orthopédiste; il a préconisé le renforcement plutôt que la chirurgie comme principale méthode pour contrôler les déformations chez les enfants atteints de l'IMC. Ses bretelles ont été construites principalement à partir de cuir et de métal.



**Figure 24 : les lits orthopédiques (25)**

L'introduction des plastiques après la Seconde Guerre mondiale a révolutionné le monde de l'orthèse. Les thermoplastiques restent le pilier pour la fabrication d'orthèses à ce jour.

L'histoire du traitement orthopédique de la scoliose débute il y a très longtemps puisque trois siècles avant J.C.; Hippocrate développait un lit associant traction et moyen de pression qu'il avait surnommé le lit scanmum [26].

Si l'on peut remonter jusqu'à Hippocrate pour trouver trace du traitement orthopédique des scolioses par traction et à Ambroise Paré par corset ou plutôt par armure [29]; les temps modernes débutent à l'aube du XXème siècle avec la parfaite description des corrections plâtrées par Abbott [30] et son disciple berckois Jacques Calot.

Dès 1946; Blount développe le corset dit « de Milwaukee »; qui va rapidement devenir et pour longtemps une référence en matière de traitement orthopédique des déformations du rachis [31].

En France; un peu plus tard; sous l'impulsion de Stagnara; le traitement « lyonnais » associe plâtre puis orthèse rachidienne [32].

La tendance actuelle est de proposer des orthèses modernes; plus rapides à fabriquer; portées moins longtemps et pour la plupart conçues et fabriquées grâce à l'outil informatique.

L'histoire de l'utilisation d'un support externe pour la déformation de la colonne vertébrale remonte à des siècles. Ambroise Pare' (1510-1590) est crédité comme le premier à écrire beaucoup sur l'utilisation d'orthèses en métal; semblable à l'armure; pour traiter les patients atteints de scoliose.

Au 18<sup>ème</sup> siècle; Nicolas Andry (1658-1712) a écrit le redressement des enfants en «réprimant» les «protubérances» qui résultent de la déformation spinale sous-jacente avec l'utilisation de supports externes.

Tout au long du 19ème siècle; les Européens ont été crédités de développer diverses modèles d'orthèses pour corriger les déformations de la colonne vertébrale grâce à l'utilisation de l'acier; le cuir et le plâtre.

Les premières conceptions de l'orthèse de Milwaukee étaient décrites par Richard Bidwell; un orthotiste certifié; dans un effort pour le rendre plus reproductible.

À peu près en même temps; le corset de Boston a été présenté comme une alternative de faible profile au corset de Milwaukee dans le traitement des courbes thoraco-lombaires ou lombaires et éventuellement pour des courbes avec des sommets aussi élevés que la septième vertèbre thoracique.

L'introduction de nouveaux matériaux a conduit à de nouvelles avancées dans le domaine des orthèses peu de temps après la Seconde Guerre mondiale; l'ajout de thermoplastiques a conduit à de nombreuses conceptions innovantes d'orthèses jambière (AFO) dans les années 1960 et 1970. L'AFO en plastique était une avance technologique importante dans les orthèses des extrémités inférieures. Les caractéristiques physiques des plastiques thermo formables ont permis que les contrôles biomécaniques correspondent à la prescription pour une amélioration de la fonction.

Le développement de systèmes de conception assistée par ordinateur / fabrication assistée par ordinateur (CAD / CAM) pour orthèses et prothèses; qui a commencé dans les années 1970; a été une autre avancée technologique majeure.

À la fin des années 1980 et au début des années 1990; les ordinateurs devenant plus économiques; les installations ont commencé à intégrer les systèmes CAD / CAM dans leurs pratiques.

## **B- Principes généraux de cet appareillage [4-34].**

L'appareillage orthopédique s'inscrit dans l'arsenal thérapeutique préventif et curatif de l'enfant paralysé cérébral. Classiquement; son rôle est de prévenir la déformation orthopédique en corrigeant les postures pathologiques. Il peut aussi; par sa correction; faciliter la fonction.

Les orthotistes sont les professionnels de la santé spécialisés dans la conception; la fabrication et le montage d'orthèses.

La décision de savoir si une orthèse devrait être prescrite pour un enfant devrait être faite par l'équipe de professionnels de la santé impliqués dans le programme de gestion physique de l'enfant en consultation avec la famille. L'équipe devrait envisager de prescrire une orthèse lorsqu'un objectif de traitement clair est identifié.

Les objectifs de traitement typique pour les enfants paralysés cérébraux comprennent la prévention des déformations; permettant des activités assises ou debout ou l'amélioration de l'efficacité et du mode de marche.

Les bases biomécaniques qui permettent de réaliser ces objectifs comprennent la limitation de la gamme des mouvements aux articulations spécifiques et l'amélioration de la stabilité globale. Le besoin de prescription orthopédique peut varier en fonction de la gravité et de l'étendue de l'IMC et de tout problème associé. Une fois que les objectifs sont convenus; les orthotistes vont fabriquer une orthèse. L'ajustement de l'orthèse sera jugé par l'orthotiste comme étant adéquat et les familles sont instruites sur l'utilisation appropriée et les soins de l'orthèse.

L'efficacité de l'orthèse dans l'atteinte de l'effet biomécanique et du but global du traitement devrait être évaluée par l'équipe à intervalles réguliers. L'effet de l'usure devrait également être examiné tous les quelques mois afin que toutes les réparations nécessaires puissent assurer une fonction sûre et appropriée de l'orthèse. L'orthèse ne peut pas fonctionner si elle n'est pas utilisée;

Le frottement occasionnel de la peau est inévitable avec de tels dispositifs de fixation rapprochés et est habituellement facilement résolu par l'orthotiste soit par chauffage et remodelage du plastique; soit par addition de rembourrage approprié.

Les moyens auxiliaires peuvent être divisés en deux catégories principales.

La première est celle des aides à la mobilité qui visent à offrir à l'enfant des possibilités de déplacement efficaces; sûres et autonomes. Celles-ci vont de dispositifs légers à de l'appareillage de haute technicité. Elles incluent divers types de cannes; les cadres de marche et autres déambulateurs; ainsi que les fauteuils roulants manuels ou électriques.

La deuxième catégorie est celle des aides posturales qui visent à maintenir la posture dans diverses positions. Elle inclut les chaises adaptées; les systèmes de verticalisation (standings) ainsi que les systèmes de positionnement nocturne pour le lit.

Les orthèses sont des dispositifs appliquant une force externe au système musculo-squelettique. Elles sont utilisées pour soutenir; aligner et si possible corriger la fonction des parties mobiles du corps. Celles-ci comprennent les attelles qui peuvent s'appliquer aux membres supérieurs et inférieurs et peuvent être portées de jour et/ou de nuit selon l'objectif principal (diurne: correction de la fonction; nocturne: étirement musculo-tendineux).

Actuellement on privilégie l'équipement peu encombrant prenant surtout le pied et la cheville (AFO) ou le pouce et le poignet.

Au niveau du rachis l'appareillage comprend les corsets ainsi que les coques de posture. Les matériaux utilisés dans la confection d'orthèses sont sélectionnés en fonction de leurs propriétés mécaniques (rigidité; élasticité; durabilité) et vont du cuir et du métal à divers plastiques et polymères.

## **C- Volets techniques**

### **C-1- Processus de fabrication**

#### **a- Les orthèses de membres et du rachis [33-35-36]**

Une fois qu'une ordonnance pour une orthèse personnalisée a été créée; le processus de fabrication commence.

- Le processus de fabrication traditionnel se compose de six étapes:
  - **Étape 1:** Prendre des mesures précises du membre
  - **Étape 2:** Faire une impression négative
  - **Étape 3:** Création d'un modèle positif tridimensionnel du segment du membre ou du corps
  - **Étape 4:** Modification du modèle positif pour intégrer les contrôles désirés
  - **Étape 5:** Fabrication de l'orthèse autour du modèle positif •
  - **Étape 6:** montage de l'appareil au patient

## ❖ **Prise des mesures**



**Figure 25 : prise de mesure.**

Il faut prendre les mesures anatomiques pour obtenir les dimensions requises du segment du corps à appareiller. Ces mesures comprennent la longueur; les circonférences successives et les dimensions medio-latérales et antéropostérieures.

Les mesures physiques sont suivies d'un traçage du profil du torse ou du membre. Les tracés peuvent être effectués avec le patient en position couchée ou debout contre un mur.

Il faut veiller à garder l'outil de traçage perpendiculairement à la surface du papier et parallèlement au corps.

Actuellement les mesures peuvent être prises par balayage électronique

## ❖ **La technique moulage plâtré : Réalisation du négatif et du positif**

**1- Une empreinte négative est un moule prélevé sur une partie du corps réelle pour créer le modèle positif tridimensionnel nécessaire à la fabrication de l'orthèse.**



**Figure 26 a et b : moules plâtrés (35; 36)**

Cette empreinte est réalisée en suivant ces étapes:

Une couche mince de stockinette est glissée sur le corps pour protéger la peau; puis les rouleaux de plâtre sont appliqués pour créer une impression mince et précise.

Un tube de 0,5-inch est typiquement incorporé pour protéger la peau du patient de la lame parce qu'une scie coulée est souvent utilisée pour retirer le moule après le durcissement du plâtre.

Un crayon indélébile est utilisé pour marquer les proéminences osseuses et les axes articulaires avant l'application du plâtre. Ce crayon soluble dans l'eau permet aux marques de se transférer à l'intérieur de l'empreinte négatif et de se transférer ensuite une deuxième fois au plâtre liquide; qui remplit le moule pour produire un positif.

Un plâtre de bandage (bandes plâtrées déroulées) est appliqué autour du segment du corps. Au lieu du moulage par un plâtre de bandage; la bande de coulée synthétique (résines activées à l'eau) pour les moules tridimensionnels est de plus en plus utilisée.

Le segment corporel est préparé de la même manière que pour un plâtre coulé et les marques indélébiles.

La bande de coulée est emballée et moulée sur le segment.

Après que la résine a gélifié mais avant qu'elle ne soit complètement durcie; le tube est tiré hors du moule; formant un canal.

Des ciseaux robustes peuvent être utilisés pour ouvrir le moule.

**2- La préparation du modèle positif commence par le scellage du négatif pour créer un moule. Le plâtre liquide de Paris est versé dans le moule.**



**Figure 27 : obtention du modèle positif (35)**

Un matériau séparateur (par exemple; du silicone ou du savon) est ajouté aux parois internes du moule avant que le plâtre de Paris ne soit versé afin qu'il puisse être retiré facilement une fois que le modèle positif a été réglé.

Un mandrin métallique est intégré dans le plâtre pour maintenir le modèle de rectification et le reste des processus de production.

Une fois le plâtre solidifié; l'impression négative est éliminée et rejetée.

Tout artefact dans le plâtre est lissé; les accumulations sont faites sur les zones osseuses.

Des modifications biomécaniques sont apportées au modèle à ce moment pour répondre aux besoins spécifiques de chaque patient.

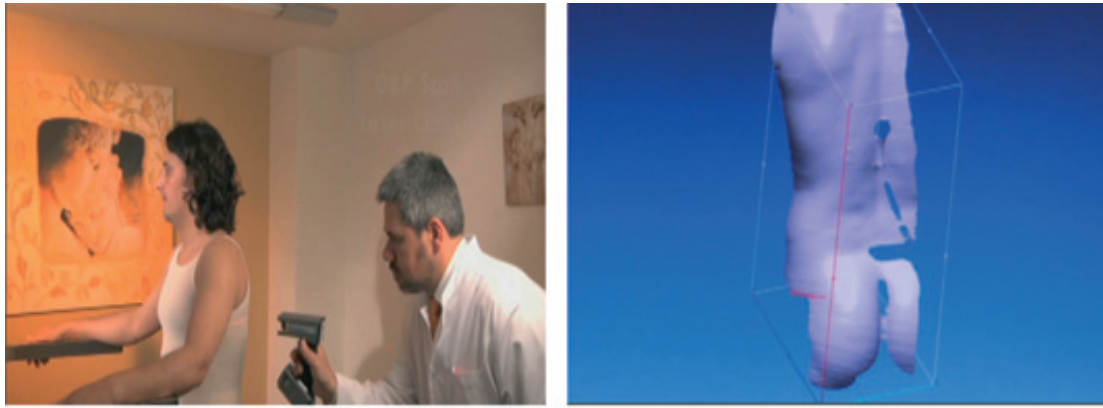
#### ❖ **Technique utilisant la CFAO**

La CFAO ou conception fabrication assistée par ordinateur est dénommée CAD/CAM ou *computer aided design/computer aided manufacturing* par les Anglo-Saxons.

Les composants principaux d'un système CAO / FAO sont constitués d'un appareil de numérisation; d'un ordinateur et d'une fraiseuse.

CAD permet à l'orthésiste de créer un modèle positif; avec moins d'inconvénient pour le patient. Les données sont collectées par la numérisation sans contact.

Le patient peut être placé dans un équipement de scanner; ou un scanner portable ou un laser optique ou un stylet de contact de surface peut être passé sur le segment du corps ou à l'intérieur d'un moule.



**Figure 28 : Techniques d'acquisition tridimensionnelle du tronc à l'aide de la technique de scanner « laser » permettant une acquisition progressive de l'enveloppe corporelle en trois dimensions. Des techniques récentes utilisant une capture vidéo à l'aide de l'iPad permettent d'avoir une acquisition encore plus rapide avec une précision identique. (59)**

Les données collectées sont alors traitées par un programme informatique qui crée une image du modèle sous la forme d'un tracé de contour de surface. (37)

L'orthésiste peut modifier l'image sur l'écran pour mieux répondre aux besoins cliniques du patient. Les données du modèle positif rectifié sont envoyées à l'équipement CAM ou transmises à une unité de fraisage pour la création de modèles positifs.

La CAM est la deuxième moitié du processus CAD/CAM

Une fois que le modèle numérique est en place; l'appareil de fraisage crée l'appareil orthopédique réel. Chaque type d'orthèse a habituellement des paramètres de fraisage spécifiques. Ce modèle numérique est soit téléchargé à un sculpteur dans l'installation locale; soit envoyé à un Laboratoire central de fabrication.

Ensuite; ce positif peut encore être retouché manuellement au besoin.

Les réseaux de production informatiques peuvent souvent réduire le temps de fabrication et diminuer les temps de production; ce qui rend l'utilisation de la CAD / CAM économiquement réalisable; même pour les petites installations orthopédiques.

Les avantages de cette méthode sont nombreux :

- Rapidité de la prise des mesures (quelques secondes avec la méthode optique)
- Confort et innocuité (pas de contraintes du moulage plâtré pour le patient)
- La possibilité d'archiver les données qui garantissent la pérennité dans le suivi et l'évolution du patient et une capacité à reproduire et à comparer les différents appareillages. (par opposition au positif plâtré dont on perdait la nature originale dès qu'il était corrigé).

## ❖ Rectification

Les rectifications des modèles suppriment les artefacts produits pendant le processus de moulage ou d'impression et amènent le casting à la spécification des valeurs mesurées prises par le patient. Une fois que le modèle positif a été corrigé; d'autres modifications peuvent être apportées sur la base de la conception de l'orthèse ou de la prothèse fabriquée

Pour le modèle numérique tridimensionnel des paquets de logiciels de



**Figure 29 : Dernières étapes de réalisation d'une orthèse du membre inférieur (a) et du corset avec application du polymère plastique chauffé sur le positif (b) (35,59)**

Le thermoformage est l'une des techniques les plus courantes utilisées dans les laboratoires orthopédiques pour fabriquer les composants d'interface d'un dispositif (par exemple AFO).

Le processus de thermoformage implique de chauffer une feuille de matière thermoplastique dans un four jusqu'à ce qu'il atteigne son état "plastique" (c.-à-d

la capacité de se déformer); puis forcer le matériau sur une forme prescrite (c'est-à-dire un moule positif) sous pression jusqu'à ce qu'il soit Refroidi.

Une fois que le plastique a refroidi et est retourné à son état solide; les lignes de coupe sont alignées sur le plastique formé avant que les bords ne soient finis et lissés.

La pression atmosphérique négative ou le vide est la méthode typique utilisée pour appliquer la pression et former le plastique sur le moule; d'où le terme «sous vide».

Les bords du plastique sont ensuite finis sur des moules spécialisées pour obtenir un bord lisse poli.

#### ❖ **Techniques de plastification thermodurcissable**

Lorsqu'une orthèse plus rigide est souhaitée; les stratifications thermodurcissables des matériaux peuvent être utilisés à la place des thermoplastiques formés sous vide.

Stratifiés; utilisés principalement dans les orthèses des membres inférieurs; sont fabriquées à partir de différents types de matrice résines monomères. Un catalyseur chimique est ajouté et provoque la conversion de la résine monomère en un polymère qui entoure la matrice de renforcement.

Les résines les plus utilisées sont le polyester; l'époxy et l'acrylique. Les tissus couramment utilisés sont en nylon; fibre de carbone; et Kevlar.

Les techniques de laminage sous vide sont couramment utilisées pour créer une orthèse personnalisée. Le modèle est préparé de la même manière comme lorsqu'une orthèse thermoplastique formée sous vide est en cours de fabrication.

Une barrière d'alcool polyvinylique (PVA); habituellement sous la forme d'un sac; est placée sur le modèle modifié et évacué.

### **b- Les orthèses plantaires [38]**

La première étape de la fabrication d'une orthèse plantaire est la prise d'empreinte. Celle-ci doit être effectuée avec une grande précision afin d'avoir une réplique parfaite des pieds du patient.

Tout commence par l'obtention du négatif du pied. La précision et la reproductibilité dans les mesures sont extrêmement importantes dans la prise d'empreinte afin de garantir une orthèse plantaire efficace.

Il existe différentes techniques de prise d'empreinte :

- **Bande plâtrée**

Utilisée sur le patient en décharge lorsque la semelle a une finalité fonctionnelle. Le pied est maintenu en position neutre.

- **Cire**

Une feuille de cire est chauffée dans l'eau chaude et est moulée sur le pied. Cette procédure se fait en semi-charge et donne une belle empreinte. Elle peut être utilisée pour des orthèses plantaires fonctionnelles et compensatoires. Le pied du patient est maintenu en position neutre.

- **Cire et sable**

Cette technique est très similaire à la cire; mais se différencie lorsque la feuille de cire est moulée sur le pied; le patient se tenant dans un bac de sable. Cette prise d'empreinte permet de créer des orthèses plantaires compensatoires qui ont pour but de soulager les saillies osseuses.

- **Foam box (boîte de mousse phélonique) : figure 30**



**Figure 30 : prise d'empreinte (38)**

Le pied du patient est poussé dans la boîte en mousse et cette technique est prise sur le patient en charge. Cette procédure est la plus utilisée pour la fabrication d'orthèses plantaires compensatoires et de décharge. Celles-ci donnent un maximum d'accommodation et un support passif.

- **Empreintes informatisées en 2D et en 3D**

Une application de la technologie du laser permet de scanner le pied afin d'obtenir une empreinte digitalisée avec le patient en semi-charge ou en décharge.

- **Podographe**



**Figure 31 : podographe**

Il est composé d'une membrane en caoutchouc. La face inférieure de cette membrane est quadrillée et imprégnée d'encre.

Cette encre permet de tapisser le papier qui se trouve sous cette membrane avec les pressions plantaires du pied. La prise d'empreinte se fait en charge et permet d'avoir une image 2D de la surface de la plante du pied qui est en contact avec le podographe.

Cette technique nous renseigne sur l'intensité des appuis plantaires. La prise d'empreinte peut se faire en statique comme en dynamique.

La prise d'empreinte a été effectuée en bande plâtrée dans une position de référence (la position neutre) qui va influencer le résultat final de l'orthèse plantaire. Un positif en plâtre a été réalisé à partir du négatif ou a été produit par une technologie informatique.

Des corrections plâtrées sont apportées sur le positif qui va influencer la position et l'alignement du pied et du membre inférieur; et améliorer le contrôle fonctionnel du pied.

Des matériaux thermoformables (sensible à des hautes températures) sont chauffés jusqu'à un certain degré de souplesse; puis moulés sur le positif en plâtre corrigé; formant la coquille de l'orthèse plantaire.

Celle-ci peut alors être modifiée avec d'autres additions pour amortir; décharger ou soutenir le pied; basée sur des résultats cliniques d'évaluation et les différents besoins des patients. Le but est de corriger l'alignement du pied et du membre inférieur en charge et de créer une meilleure répartition des pressions à la plante du pied durant la marche. L'empreinte en bande plâtrée individualise le traitement par orthèse plantaire et assure un ajustement précis au pied. Les modifications effectuées sont faites à partir de données obtenues durant un examen biomécanique.

### **C-2- Matériaux de base [33]**

Les types de matériaux utilisés le plus souvent dans les pratiques orthopédiques actuelles comprennent le cuir; le métal; les matériaux thermoplastiques et thermodurcissables; les plastiques expansés et les polymères viscoélastiques.

Pour déterminer quels matériaux sont les plus appropriés pour un patient; l'orthésiste considère les cinq caractéristiques importantes des matériaux: la force; la rigidité; la durabilité; la densité et la viscoélasticité. ... [39]

La force d'un matériau est déterminée par la charge externe maximale que le matériau peut supporter ou soutenir

La rigidité est la quantité de flexion ou de compression qui se produit lorsqu'un matériau est chargé. Lorsqu'une stabilité externe significative est souhaitable; un matériau rigide est souvent choisi. Lorsque la conformation sur les segments du corps est nécessaire (par exemple; dans une AFO à ressort à lame postérieure PLS AFO); on utilise un matériau plus souple.

La durabilité d'un matériau est déterminée par sa capacité à résister à des cycles répétés de chargement ou de déchargement pendant les activités fonctionnelles

La densité est le poids du matériau par unité de volume; un déterminant primordial du coût de l'énergie pendant les activités fonctionnelles alors qu'un patient porte une orthèse.

La facilité de fabrication est une autre considération importante pour les matériaux.

Aujourd'hui; le cuir est utilisé pour les composants de soutien tels que les sangles de suspension; les ceintures et les manchettes des membres.

- Plastiques et composites

L'une des caractéristiques les plus importantes liées à la production de matériau des orthèses est sa capacité à être moulée sur un modèle positif. Parce que les plastiques peuvent être facilement formés; ils sont un matériau largement utilisé pour les orthèses. Les matières plastiques sont regroupées en deux catégories: thermoplastiques et plastiques thermodurcissables. [40-41-42]

- **Thermoplastiques**

Les matériaux thermoplastiques sont formables lorsqu'ils sont chauffés mais restent rigides après être refroidi. Les thermoplastiques sont classés en matériaux à basse température ou à haute température.

Les thermoplastiques à basse température deviennent moulables à des températures inférieures à 149 ° C et peuvent souvent être moulés directement sur le membre du patient; et sont le plus souvent réservés aux appareils orthopédiques conçus pour fournir un soutien et une protection temporaires. Tandis que les matériaux à haute température nécessitent un chauffage à des températures beaucoup plus élevées et doivent être moulés sur un modèle positif du membre du patient. [41] Un avantage des matériaux thermoplastiques est qu'ils peuvent être réchauffés et façonnés à plusieurs reprises.

Parmi les matériaux les plus utilisés il y a le polyéthylène; le polypropylène; le polycarbonate; l'acrylique; l'acrylonitrile butadiène styrène; les acryliques; l'acétate de polyvinyle; le chlorure de polyvinyle et l'alcool polyvinylique.



**Figure 32 : plaque thermoplastique de polypropylène  
(Atelier orthopédique HER)**



**Figure 33 : plaque thermoplastique de polyéthylène  
(Atelier orthopédique HER)**

Le polypropylène est une matière plastique rigide qui est relativement peu coûteuse; légère et facile à thermoformer. Le matériau a une couleur blanche et opaque et est disponible en feuilles de différentes épaisseurs; de 1 mm à 1 cm. Le polypropylène résiste aux chocs et peut supporter plusieurs millions de cycles de flexions répétitives. Le matériau est cependant susceptible de lumière ultraviolette et de froid extrême et est sensible aux rayures. Le polypropylène est couramment utilisé pour les AFO préfabriqués et les systèmes orthèses modulaires préformés.



**Figure 34 : plaque thermoformable pour membre supérieur  
(Atelier orthopédique HER)**

- **Matériaux thermodurcissables**

Les thermodurcissables sont des plastiques qui sont appliqués sur un modèle positif sous forme liquide et ensuite "guéris" chimiquement pour se solidifier et maintenir une forme souhaitée. Pour améliorer leurs propriétés structurelles; les produits thermodurcissables sont souvent imprégnés dans divers tissus par un procédé de laminage. Bien que ce groupe de plastiques présente une stabilité structurelle inhérente; sa rigidité exclut la modification par moulage par chaleur; Leur forme ne peut être modifiée que par broyage. Les plastiques thermodurcissables ne peuvent pas être réchauffés sans détruire leurs propriétés physiques. Certaines des résines thermodurcissables les plus courantes utilisées pour produire des orthèses rigides sont l'acrylique; le polyester et l'époxy.

## **D-Les différents types d'orthèses utilisés chez le paralysé cérébral**

Dans la littérature anglophone; les orthèses sont désignées d'après l'articulation qu'elles englobent (p.ex. AFO = ankle-foot-orthosis; KAFO = knee- ankle-foot-orthosis etc.). [43]

### **1. Les orthèses plantaires = foot orthoses = FO (44)**

Ces orthèses ne peuvent pas fournir un contrôle efficace de la flexion plantaire et de la dorsiflexion de la cheville. Ils sont généralement utilisés chez des enfants hypotoniques et en présence de déformations neurologiques comme

planovalgus ou varus pour maintenir et contrôler l'alignement de l'arrière-pied; du milieu du pied et de l'avant-pied.

Elles sont classés en deux groupes selon leurs hauteurs; orthèses inframalléolaires et supramalléolaires. Les deux peuvent contrôler les déformations en varus ou en valgus de l'arrière pied et compenser les déformations de l'avant-pied.

Les orthèses inframalléolaires n'influencent pas sur les mouvements du plan sagittal de la cheville. Ils sont utilisés en cas d'IMC hypotonique ou ataxique pour contrôler la déformation modérée du pied plat valgus. Elles sont également connues sous le nom d'UCBL; abréviation du Laboratoire de biomécanique de l'Université de Californie.



**Figure 35 : orthèse infra malléolaire ou UCBL orthosis (24)**

Ces orthèses sont placées dans les chaussures; après avoir retiré la semelle intérieure de celle-ci. [45]

Les orthèses supramalléolaires (SMO); appelées aussi coques talonnières ressemblent à la moitié des orthèses jambières (AFO); se terminant à la cheville proximale. Par conséquent; ils ont un contrôle partiel sur les mouvements du plan sagittal de la cheville. Ils sont utilisés dans les cas d'instabilité médiolatérale des articulations subtalaires; des instabilités du milieu du pied provoquant une déformation varus ou valgus de l'avant-pied; avec une spasticité légère à modérée et pour réduire l'activité hypertonique du réflexe du pied. [46]



**Figure 36 : orthèse plantaire supra malléolaire (24)**

Les orthèses supramalléolaires utilisées pour réduire l'activité hypertonique du réflexe du pied sont appelées AFO dynamiques (DAFO). Étant assez minces et flexibles; les DAFO maintiennent un contact complet; supportent et stabilisent l'arc dynamique du pied. Elles permettent un mouvement limité sur chacun des

trois plans. En plus de la réduction des réflexes spastiques et du tonus; les DAFO permettent un mouvement via la stabilité maximale de la ligne médiane; en maintenant le contrôle du mouvement. [47] Romkes et Brunner [48] ont comparé l'efficacité de DAFO et AFO articulée chez l'enfant infirme moteur cérébral en équin spastique et ont montré que; contrairement à l'AFO articulé; le DAFO n'a pas amélioré cette déformation.

Une semelle peut être incorporée pour compenser la déformation de l'avant-pied à l'aide de l'affichage interne de l'avant-pied. Le plancher est «amené au pied».

- ✓ Les indications générales des orthèses plantaires :
  - L'instabilité de l'articulation subtalaire chez le diplégique marchant.
  - Les déformations en varus / valgus de l'avant-pied souple et réductible.
  - Le pied spastique léger à modéré.
  
- ✓ Les contres indications :
  - Contrôle insuffisant de la dorsiflexion volontaire.
  - Pied spastique modéré à sévère.
  - La déformation en équin spastique.
  - Spasticité importante du tibial postérieur.

## **2. Les orthèses jambières ou suro-pédieuses ou AFO (24; 44; 49,50)**

Il s'agit d'orthèses les plus fréquemment utilisées chez le paralysé cérébral pour contrôler l'extrémité inférieure pendant chaque phase du cycle de la marche.

Les AFO se divisent en deux catégories:

- Les orthèses statiques qui interdisent tout mouvement dans n'importe quel plan à la cheville (par exemple l'orthèse jambière rigide).
- Les orthèses dynamiques permettent un certain degré de mouvement à la cheville dans le plan sagittal (grâce à la composante articulée).

Qu'elle soit statique ou dynamique; l'objectif principal d'un AFO est de fournir un soutien externe juste pour la stabilité de la position avec un compromis minimal de la progression vers l'avant à travers les balanciers du talon; de la cheville et du pied. [51]

Il peut s'agir d'une orthèse rigide ou flexible; d'une orthèse à ouverture antérieure ou postérieure; d'une orthèse avec ou sans effet de sol. Il faut souligner que la plupart des orthèses ont des *indications communes*. Elles favorisent l'attaque du pas par le talon; stabilisent la cheville et la jambe et contrôlent le pied tombant :

### **a- L'orthèse rigide cheville-pied**

Elle était la plus couramment prescrite. Elle est sans charnière en matériau rigide et inflexible; s'étendant jusque vers le haut de la tête de la fibula; et vers la tête des métatarses ou les pointes proximales; avec une hauteur latérale suffisante pour assurer un contrôle de varus / valgus



**Figure 37 : orthèse rigide cheville-pied (24)**

Elle interdit le réflexe d'étirement du triceps que favorise le deuxième roulement du pas et initie l'extension du genou lors de la phase d'appui (grâce au couple flexion plantaire cheville-extension genou).

✓ Indications :

- L'objectif essentiel est le contrôle de l'alignement et de la stabilité et de la chute du pied.
- Spasticité et faiblesse de plus en plus sévères accompagnées d'une aggravation contrôle moteur du triceps sural.
- Chez les enfants non marchants; elle est destinée à réduire la spasticité; à prévenir la déformation; et à maintenir la stabilité au cours de la période postopératoire dans le cadre d'une chirurgie multisites.
- Chez les enfants marchant elle est utilisée pour réduire la spasticité sévère; augmenter la stabilité pendant la phase d'appui; préparer le premier contact et aider l'élévation du pied pendant la phase d'oscillation.

**b- L'orthèse flexible « type releveur » (anglais Postérieur Leaf Spring AFO)**



**Figure 38 : orthèse type releveur (49)**

C'est une orthèse jambière monobloc composée d'un brassard de mollet qui s'effile vers une bande de largeur et flexibilité différentes derrière la cheville (the leaf) et s'élargit pour capturer le talon et s'étend jusqu'à la pointe des orteils. Le matériel utilisé et l'arc de la cheville affectent la rigidité de l'orthèse. La flexibilité de l'orthèse dépend de l'épaisseur du matériel (habituellement en polyéthylène); rayon de courbure de la lame; et les caractéristiques de rigidité de la matière utilisée. [52-54]

Même si elle n'est pas articulée; elle permet une dorsiflexion passive à la phase d'attaque au sol. Cela empêche le pied de chuter pendant la phase d'oscillation. Elle peut être utilisée chez des enfants présentant une déformation dynamique en équin et une spasticité légère. Ces orthèses ne sont pas utiles dans la spasticité modérée à sévère; la déformation en équin fixé et l'instabilité médiolatérale de l'arrière pied.

Ses inconvénients sont le revers de sa qualité principale : maintien non strict de l'arrière-pied; contrôle d'une raideur du triceps insuffisant; couple flexion plantaire de cheville-extension du genou nul.

L'indication principale est d'empêcher la chute du pied pendant la phase oscillante de la marche et assurer le prépositionnement du pied pour le contact initial.

Elle s'est développée pour traiter le deuxième roulement de la phase d'appui car elle peut contrôler l'équin dynamique.

### c- L'orthèse cheville-pied articulée



**Figure 39 : orthèse cheville-pied articulée (49)**

Cette orthèse jambière a un soutien dorsal et arrive jusqu'à 5 à 10 cm en dessous du genou. Elle est fabriquée en polypropylène; en résine synthétique ou en carbone.

Elle possède deux types d'articulation : type Gillette souple et type Tamarak; s'opposant à l'instabilité médio-latérale du pied. Son réglage se fait à la demande.

Le deuxième roulement du pas est possible; le troisième roulement est partiel et le couple flexion plantaire de cheville-extension du genou peut être réglé précisément.

Elle ne convient pas à des triceps spastiques et le couple flexion plantaire cheville-extension du genou reste insuffisant pour lutter contre une triple flexion du membre inférieur.

Les AFO articulées sont fréquemment encouragés par les physiothérapeutes pour les enfants de jeune âge. La flexibilité de l'articulation de la cheville permet la mobilité de la cheville requise pour des activités fonctionnelles telles que se mettre en position debout; passer d'une position à une autre; et monter les escaliers.

La charnière (the hinge) peut être fabriquée à partir de différents matériaux avec l'avantage théorique de procurer une forme de ressort pour retourner à la position neutre au repos (bien que cela reste cliniquement non prouvé à ce moment). L'Arrêt de la flexion plantaire et / ou de la dorsiflexion peuvent être ajoutés pour obtenir des effets différents.

Malheureusement; à mesure que les enfants grandissent; cette orthèse avec arrêt de la flexion plantaire peut être inapproprié car peut contribuer à l'accroupissement.

Les AFO à charnière empêchent la flexion plantaire de la cheville; permettent la dorsiflexion et; par conséquent; facilitent le deuxième roulement pendant la phase d'appui et augmentent l'élévation de l'orteil permettant une absorption d'énergie. En outre; ils conservent une amélioration maximale du genou et de la hanche en normalisant l'extension plantaire de la cheville pathologique. L'angle de dorsiflexion accrue par l'AFO à charnière permet également de contrôler la déformation en genu recurvatum.

✓ Indications

Les AFO articulées sont idéales pour le traitement de l'hémiplégie parce que celle-ci ne contribue pas à l'accroupissement.

Chez les enfants diplégiques et quadriplégiques il faut prendre soin pour éviter de sacrifier la fonction à long terme pour des objectifs fonctionnelles à court terme en utilisant cette attelle pour maintenir un pied plantigrade au détriment de la flexion accrue du genou contribuant à l'accroupissement progressif de l'enfant.

**d- L'orthèse pied-cheville avec effet de sol (anglais ground reaction ankle foot orthosis)**

Ces orthèses ressemblent à des AFO solides; mais ont une surface supérieure fermée. Elles empêchent la translation vers l'avant du tibia pendant la phase d'appui et créent un élan d'extension sur le genou. [55]

C'est l'orthèse qui utilise à l'extrême l'effet du couple flexion plantaire de cheville extension du genou; elle est l'orthèse de choix pour s'opposer à la triple flexion du membre inférieur.

Si la fonction extenseur du genou est déficiente (typiquement associée à la patella alta); cette orthèse peut être utilisée pour minimiser ou éliminer les contraintes sur le genou.

Les contre-indications incluent :

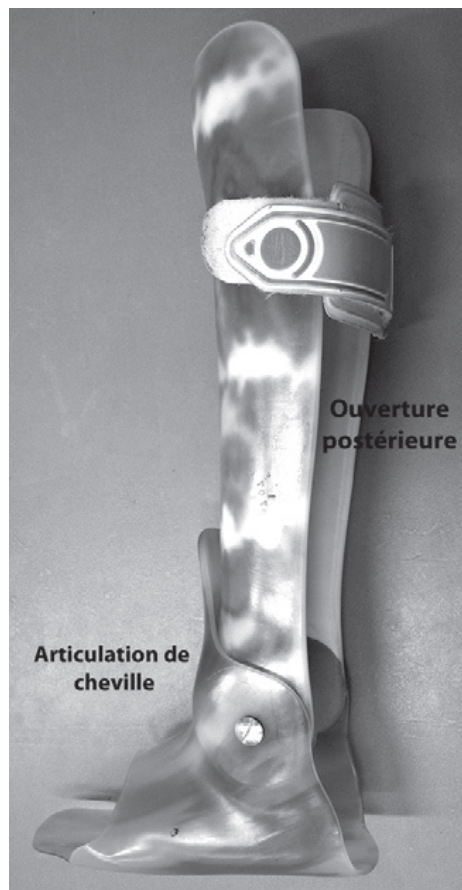
- Les contractures fixées de la hanche et du genou qui empêchent la marche verticale.
- La présence d'une torsion tibiale excessive.

- Une déformation sévère du pied qui affecte négativement l'alignement du pied par rapport au genou. [56]

Il en existe deux types :

- ❖ L'orthèse articulée de cheville avec effet de sol (rear entry)

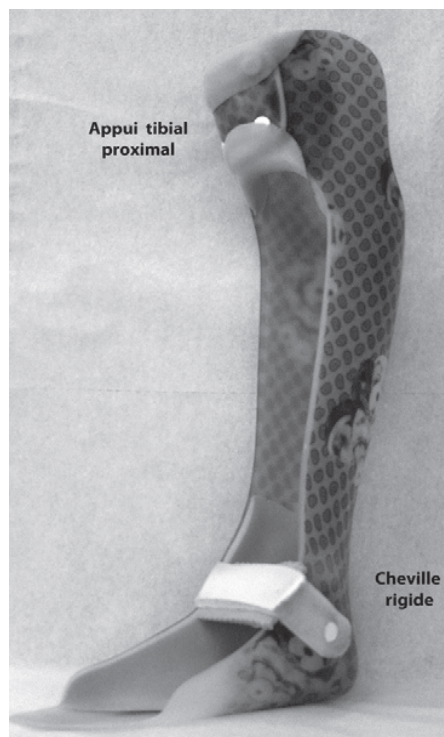
C'est la plus originale et la plus limitée dans ses indications. Elle permet une flexion plantaire; donc un premier roulement; et elle exige une commande des releveurs.



**Figure 40 : orthèse articulée avec effet de sol (50)**

### ❖ L'orthèse rigide avec effet de sol

Elle aide à la fonction; mais au prix d'une perte complète de la mobilité de la cheville.



**Figure 41 : orthèse rigide avec effet de sol (50)**

### e- L'orthèse évolutive articulée de cheville avec effet de sol

Il s'agit d'une nouvelle orthèse [57] qui aide à l'extension du genou tout en autorisant une mobilité évolutive de cheville; réglable précisément grâce à un dispositif postérieur. Elle est susceptible de modifier les principes de prescription. En réponse aux recommandations d'une orthèse spécifique à une et une seule situation clinique; nous revenons à un principe de polyvalence qui peut se résumer ainsi : « à chaque situation pathologique un réglage spécifique ».

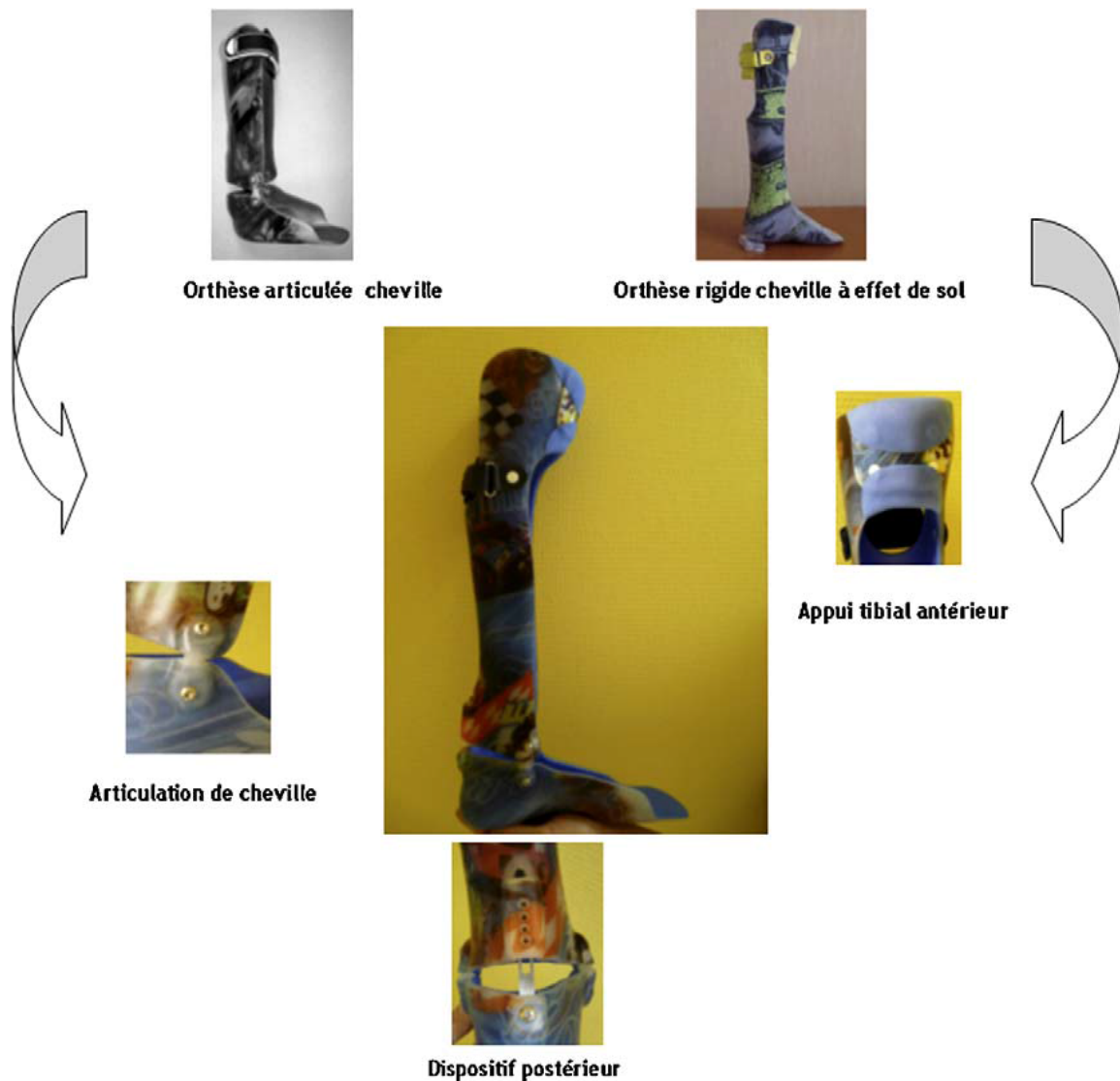
La mobilité de cheville libérée peut permettre un premier roulement (rabattement du pied au contact initial) et un troisième roulement (propulsion du triceps).

Associée au dispositif de réglage angulaire de la cheville; l'utilisation d'un bouclier antérieur tibial permet de transmettre le vecteur force vers le genou de manière efficace et constante.

Cette orthèse peut convenir au pied tombant ou non durant l'oscillation; au pied raide ou souple; au pied correctement motorisé ou non. Elle permet d'aider à l'extension du genou durant la phase d'appui monopode (pied plantigrade); tout en respectant un déficit possible d'extension du genou et de la hanche; les réglages vers la flexion plantaire et dorsale se faisant de manière précise et indépendante.



**Figure 42 : orthèse évolutive articulée avec effet de sol (50)**



**Figure 43 : Les grands principes de l'orthèse évolutive;  
articulée cheville à effet de sol (57)**

L'articulation de la cheville (qui permet de conserver une coque talonnière) est associée au principe de l'appui tibial antérieur caractéristique de l'orthèse rigide cheville à effet de sol. L'adjonction d'un dispositif postérieur de réglage de la flexion plantaire et de la flexion dorsale garantit l'évolutivité de l'orthèse.

### **3- Orthèses genou-cheville-pied (KAFO) (44)**

Ces orthèses ne sont pas utilisées dans des buts ambulatoires. Les objectifs de l'utilisation des orthèses du genou sont:

- (i) protéger une gamme commune de mouvement articulaire et soutenir des muscles faibles après chirurgie multi-sites des membres inférieurs.
- (ii) augmenter l'extension du genou jusqu'à ce que le contrôle antigraité pendant la phase d'appui soit maintenu.
- (iii) contrôler l'hyper-extension du genou pendant la marche. (46,58)

Leur utilisation est souvent limitée; puisque le contrôle du genou est généralement maintenu par les orthèses jambières AFO.

Il existe deux types d'orthèses du genou; l'immobilisateur du genou et l'orthèse plastique (KAFO)

#### **❖ Immobilisateurs au genou**

Les dispositifs d'immobilisation du genou sont faits de matériau élastique doux et ne tiennent que l'articulation du genou en extension; laissant l'articulation de la cheville libre. On les utilise au début de la période postopératoire après la chirurgie multi sites.



**Figure 44 : immobilisateur du genou (44)**

#### ❖ KAFOs en plastique

Les KAFO reposants en plastique s'étendent de dessous les hanches jusqu'aux orteils et stabilisent l'articulation de la cheville ainsi que le genou. Ils sont plus rigides et offrent un meilleur soutien à la cheville et au genou au début de la phase postopératoire. Ils peuvent être utilisés au repos pour maintenir la longueur musculo tendineuse des ischio-jambiers et gastrocnemius et empêcher le développement de contracture de flexion du genou. Ils ont été utilisés plus largement dans le passé pour aider à la marche. Ils sont encombrants et ont montré qu'ils augmentaient le coût de l'énergie de marche.



**Figure 45: KAFO en plastique**

Le type le plus utilisé est l'immobilisateur de genou utilisé pour limiter les mouvements de genou dans la période postopératoire.

#### 4- Appareillage du membre supérieur [44,34]

Les problèmes communs des extrémités supérieures dans la paralysie cérébrale sont les contractures en flexion des doigts et du poignet dues à la spasticité; à la déformation de la pronation de l'avant-bras; à la déformation du pouce et aux handicaps liés à la main. Alors que les orthèses des extrémités supérieures sont insuffisantes pour dépasser ces problèmes; elles peuvent être utilisées surtout pour éviter le développement et la progression des déformations; la formation de la contracture et dans la période postopératoire. [58]



**Figure 46 : attelle en plastique thermoformable poignet en extension et pouce en opposition chez une monoplégie du membre supérieur (atelier orthopédique HER)**

Les orthèses peuvent ne pas stimuler la fonctionnalité de l'extrémité supérieure. L'utilisation de l'orthèse est généralement limitée aux vêtements de nuit. Par conséquent; les orthèses de repos sont préférées pour une utilisation pendant la nuit ou pendant la période postopératoire. Parfois; même une orthèse d'anneau peut relancer la fonctionnalité. Une autre orthèse fonctionnelle est l'attelle d'opposition du pouce.

L'utilisation d'orthèses à grande échelle devrait être évitée. En outre; ces orthèses ne doivent pas couvrir la paume et la partie volar des doigts; parce que les orthèses de la partie palmaire entravent les stimuli tactiles et sensuels; ce qui peut entraîner une négligence dans l'utilisation de la main [58]

L'appareillage du membre supérieur est relativement peu développé dans le domaine de la paralysie cérébrale. C'est bien souvent par l'intermédiaire d'aides techniques que l'objectif fonctionnel est abordé. En effet; la fonction du membre supérieur est complexe et extrêmement variée.

On peut différencier l'appareillage de fonction de celui de posture.

- **Appareillage de fonction**

On peut citer notamment les orthèses d'opposition du pouce et les orthèses de placement du poignet en légère extension (poignet baleiné).



**Figure 47 : Appareillage de fonction : attelle d'opposition du pouce facilitant la préhension (34).**

### ▪ **Appareillage de posture**

L'appareil répond à un objectif orthopédique : il s'agit de prévenir la rétraction des fléchisseurs des doigts et du poignet tout particulièrement. Il est souvent utilisé de nuit.



**Figure 48 : appareillage de posture du poignet et des doigts afin de prévenir la rétraction des fléchisseurs (34).**

## **5- Appareillage du rachis [59,61]**

### **5-1- Corsets plâtrés**

- **Plâtre d'élongation; dérotation; flexion de Cotrel et Morel**

La correction est obtenue par des forces d'élongation (E); de dérotation (D) et de flexion latérale du rachis (F). Le plâtre est confectionné dans le cadre d'Abbott-Cotrel. L'élongation s'exerce entre les sangles pelviennes et la fronde occipitomentonnaire. Elle doit rester modérée; que le plâtre soit réalisé avec ou sans anesthésie [60]. Les lés plâtrés sont passés alternativement sur la face postérieure et antérieure du tronc; renforcés par des bandes circulaires.

Les bandes de correction sont alors mises en place et tendues jusqu'à ce que le plâtre durcisse. Il s'agit de bandes de toile destinées à déroter la colonne scoliootique par appui d'arrière en avant sur les gibbosités

- **Plâtre d'élongation de Stagnara-Donaldson-Engh**

Il peut rendre de grands services en cas de scoliose importante et raide. La réduction progressive des déformations sévères est permise par l'élongation graduelle de ridoirs placés entre deux pièces plâtrées indépendantes; un corset minerve et une ceinture iliaque. Il est possible de soulager l'appui sur la mandibule en y associant une légère traction par halo crânien.

### **5-2-Corsets non plâtrés**

- **Le corset Garchois : Corset en détraction (« élongation ») passive (62)**



**Figure 49 : le corset Garchois (59)**

Le corset garchois a été conçu pour répondre à **toutes** les particularités des scolioses paralytiques.

En autorisant une position assise stable et confortable; il rend également possible de nouvelles acquisitions et contribue au développement psychomoteur ainsi qu'à la socialisation.

C'est une orthèse de cinq pièces :

- **la valve postérieure** recouvre entièrement la partie dorsale du tronc; depuis le coccyx jusqu'aux épines des omoplates.

- **les deux hémi-valves iliaco-abdominales** prennent appui sur les crêtes iliaques; recouvrent les abdominaux et débordent légèrement sur les bords inférieurs des dernières côtes. Elles sont reliées à la valve postérieure par des charnières qui autorisent un angle d'ouverture important. Les hémi-valves iliaco-abdominales s'ouvrent comme un livre; facilitant la mise en place et le retrait du corset.

- **le plastron présternal**; sous-claviculaire; recouvre la partie supérieure du sternum et s'étend d'une région axillaire à l'autre; en pont; entre les deux bords antéro-supérieurs de la valve postérieure.

- **la têtère amovible** comporte un appui mentonnier et un appui occipital. Elle est solidarisée en arrière à la valve postérieure; et en avant au plastron présternal.

Il a **six propriétés clés** :

Le corset garchois apporte une réponse à toutes les exigences thérapeutiques des scolioses paralytiques.

- **Il maintient le rachis**

Le corset garchois limite l'effondrement du rachis en position assise et debout. Il garantit la stabilité rachidienne.

- **Il corrige la déformation scoliotique**

Le moulage du corset garchois est pris en correction des déformations rachidiennes dans les trois plans de l'espace.

Il a un effet d'élongation (appuis iliaques en bas; soutien thoracique; appuis axillaires et occipito-mentonnier en haut); de dérotation et de contrôle de la cyphose comme de la lordose. Son efficacité est comparable à celle d'un plâtre correcteur.

- **Il respecte l'ampliation du thorax**

L'absence de point d'appui thoracique antérieur et les chambres d'expansion du corset garchois autorisent un jeu costal et sternal normal lors de l'inspiration. Le corset garchois préserve la capacité respiratoire et ne fait pas obstacle à la croissance du thorax.

- **Il grandit avec l'enfant**

Le système d'assemblage du corset garchois le rend extensible dans les trois dimensions. Il permet ainsi d'adapter; à intervalles réguliers; la détraction du rachis à la croissance staturo-pondérale.

- **Il est compatible avec une orthèse de Verticalisation**

Si un appareillage des membres inférieurs est nécessaire pour la verticalisation; il est possible de le solidariser au corset garchois en le montant directement dessus ou par l'intermédiaire d'hémicoques en polypropylène moulées sur la taille de l'orthèse.

- **Il s'avère pratique et bien toléré**

Le corset gardois se met et s'enlève avec facilité. Il assure une position assise stable. La répartition des appuis est large; ce qui réduit le risque de douleurs et d'altérations cutanées. L'absence d'armatures métalliques facilite l'évaluation radiologique.

- **Le corset de Milwaukee : corset en auto-élongation active**

Caractérisé comme le corset gardois par son extension proximale et par la présence de pièces préhyoïdiennes et occipitales; il est bien accepté chez les petits enfants (beaucoup moins bien chez les adolescents où il doit être évité) et exerce peu de contraintes sur la cage thoracique; à condition d'éviter de trop tendre la sangle sous-axillaire. Il est le type même du corset « actif » dont l'enfant essaye de s'extraire; prenant en particulier appui sur les coussinets occipitaux chaque fois qu'il regarde en l'air [63].



**Figure 50 : le corset de Milwaukee (59)**

- **Le corset de Chêneau-Toulouse-Munster : Corset « passif » à plein temps**

Très utilisé; le corset de Chêneau-Toulouse-Munster (CTM) comprend une multitude de zones d'appui convexe auxquelles répondent un nombre tout aussi important de zones d'expansion concave [64]. Il est particulièrement bien adapté au traitement des doubles courbures pour lesquelles un réglage indépendant des appuis électifs à chaque courbure est possible. Du fait du caractère passif de la correction; il peut être utilisé de jour comme de nuit avec une amplitude quotidienne pouvant aller jusqu'à 20 h/24. Bien que le traitement «plein temps » pose parfois des difficultés en termes d'observance; les résultats de ce corset sont excellents sur les courbures juvéniles; ou de l'adolescent; évolutives mais encore modérées [65].



**Figure 51 : corset de type CTM (Atelier orthopédique HER)**

- **Corset de Boston**

Ce corset est dérivé du corset de Milwaukee; sans partie occipito-mentonnière. Des découpes sont réalisées en fonction de la scoliose afin que le rachis puisse se positionner correctement lors d'une autocorrection active.

L'orthèse implique une augmentation de l'activité électromyographique de 43%; dans la partie lombaire du côté convexe [66]. Une relation linéaire entre la tension des bandes; la position du patient et la pression générée par le corset a pu être établie [67]; mais aucune relation n'a pu être trouvée entre la force de compression du corset sur le rachis et la correction de la courbure majeure [68].

- **Corset lyonnais**

Le corset lyonnais s'intègre dans un programme global qui comporte trois plâtres successifs de type EDF; une contention par orthèse et une rééducation quotidienne [69]. Ce corset; totalement passif; est constitué de deux valves latérales symétriques sur laquelle se fixent deux mâts métalliques (antérieur et postérieur). Sur ces montants s'attachent les valves de corrections disposées selon le principe d'appui et contre-appui. Ce corset est efficace sur tous les types de courbures.

- **Corset « passif » en hypercorrection nocturne en inflexion latérale : le corset de Charleston**

Le principe de l'hypercorrection en inflexion latérale limite ce type de corset au traitement des courbures uniques qu'elles soient lombaires; thoracolombaires ou thoraciques. Ce corset n'est porté que le soir et la nuit. La période d'adaptation au corset est parfois délicate car il peut être très inconfortable au début.

### 5-3- Choix du type de corset [70]

Le choix est différent selon les équipes et l'orthoprothésiste avec lequel celles-ci travaillent. Les techniques de prise de mesure sont liées à la technique utilisée par l'orthoprothésiste.

Citons quelques exemples de corset :

- Les corsets bivalves en polypropylène sont généralement réservés aux cyphoses;
  - les corsets de Boston s'adaptent surtout aux hyperlordoses
  - pour les scolioses; il y a actuellement plusieurs choix de corsets utilisés.
- ✓ Dans les cas de petites courbures chez un paralysé cérébral marchant; il est proposé; comme dans les scolioses idiopathiques; un corset CTM (Cheneau-Toulouse-Munster) en polyéthylène en position de bending pour le port nocturne. Certains préconisent le corset CTM nocturne ou diurne. Il ne faut pas oublier que la croissance vertébrale se fait essentiellement la nuit. Lorsque la courbure et les troubles moteurs sont importants; l'utilisation d'un corset passif diurne est préconisée pour maintenir le rachis.
- ✓ Le corset garchois

Il correspond parfaitement aux exigences de ces rachis neurologiques. Ce corset comporte une minerve ou non en fonction des courbures.

Dans la région lyonnaise; le « corset lyonnais » est le plus souvent préconisé.

## 6- Différents types d'Orthèse de station assise [61]

Deux grandes catégories se dessinent en fonction de la gravité des troubles [71] :

- **Siège moulé corrigeant la posture d'une personne tenant assise seule (degré d'atteinte 2/3 sur l'échelle de M. Le Métayer)**

Il s'agit bien souvent de personnes tenant assises seules au prix d'une attitude cyphotique dorsolombaire et d'un excès de contractions sur les extenseurs des membres inférieurs; entraînant une rétroversion du bassin (muscles ischiojambiers et/ou pelvitrochantériens).



Figure 52 : un siège moulé

Le siège a pour objectif de corriger la rétroversion du bassin en réalisant une déflexion des hanches afin de détendre les muscles postérieurs; ischiojambiers notamment.

Cette correction améliore la qualité du maintien de l'axe si l'attitude cyphotique initiale était la conséquence secondaire de la rétroversion. Dans le cas de ces sièges défléchis; l'appui des pieds au sol est systématiquement recherché pour renforcer l'activité de maintien du tronc. Ce type de siège; s'il est légèrement basculé en avant; peut être associé à un appui antérieur thoracique ou antébrachial (tablette).

- **Siège moulé permettant la position assise d'une personne n'en ayant pas la capacité (degré d'atteinte 3/4)**

Ces personnes gravement atteintes ont une posture pathologique mais aussi une qualité d'adaptation à la pesanteur déficiente. Le siège doit proposer une posture relâchée et assurer un maintien antigravitaire de cette posture. Le siège est haut; remontant jusqu'à la ceinture scapulaire; avec un maintien adapté de la tête. Le degré de flexion des hanches est variable; quelquefois supérieur à 90°; associé à un écartement de hanches; afin de maintenir la détente des membres inférieurs. L'ensemble est basculé en arrière en fonction des possibilités de maintien de la personne.



**Figure 53 : Exemple de siège haut basculé en arrière(61)**

- D'autres installations assises sont possibles et peuvent être proposées dans le but de varier les situations :

❖ **Trotte-lapin**



**Figure 54 : Trotte-lapin en cours d'essayage et de réglage dans sa fonction statique et dynamique (34).**

Un grand nombre d'enfants IMC adoptent au sol une position assise dite en « W »; en référence à la position des membres inférieurs. Cette position dans laquelle les axes des hanches; des genoux et des chevilles se trouvent sur un même plan est pathogène chez ces enfants dont la motricité fonctionnelle est limitée [72]. C'est pourtant une position de jeu au sol commode; stable; car elle offre une base au sol élargie et permet un relâchement des membres inférieurs; une correction du bassin et un meilleur redressement du tronc. Le trotte-lapin permet de conserver la commodité de la position en limitant les effets négatifs sur les membres inférieurs. De plus; il autorise le déplacement quadrupédique.

#### ❖ Moto et orchidée



**Figure 55 : La moto reprend le principe de la position assise avec appui antérieur : le maintien de la tête est souvent plus simple chez les enfants lourdement atteints (34)**

La moto reprend le principe de la position assise à genoux en y ajoutant un appui antérieur sous-axillaire et thoracique.

Cette installation convient aux enfants gravement atteints. L'utilisation des membres supérieurs est facilitée [73]. Ce principe de l'appui antérieur peut aussi être recherché à partir d'une position assise dans un siège moulé avec appui thoracique attenant à la tablette.

L'orchidée repose sur le même principe : l'inclinaison thoracique est variable et elle autorise le déplacement de l'enfant à genoux.

#### ❖ **Siège « assis tailleur »**



**Figure 56 : Le siège assis tailleur propose une installation assise au sol stable bénéfique pour le centrage des hanches et le redressement de l'axe corporel (34)**

Le siège assis tailleur propose à l'enfant; dont l'atteinte est de degré 2 ou 3; une position assise au sol de type trépied formé par les deux appuis ischiatiques et celui des pieds reposant sur leur face dorsale. Les hanches sont placées en flexion; écartement et rotation externe; position de centrage complet des têtes fémorales : ce type de siège est l'antidote de la position en *TV sitting*. La forme du siège reprend le principe des deux coquetiers accueillant et maintenant les deux ischions.

### ❖ Siège Selle



**Figure 57 : Selle « de Vaucresson ».**

La selle propose une position assise en situation érigée comme on peut l'être sur le cheval. Plusieurs types de selle existent. La selle dite « de Vaucresson » [74] permet une correction de bassins assez précis et une qualité de redressement du tronc en conséquence. Cette position assise à califourchon avec appui des pieds au sol offre une organisation posturale différente et facilite chez certaines personnes (degré 3) le redressement du tronc; insuffisant dans une position assise classique.

### **7- Les orthèses de verticalisation / Standing [61,75]**

Le but est de mettre en place des relais qui permettent de faciliter des compétences et de développer de nouvelles acquisitions sensori-motrices. Le moulage sur l'enfant permet de gérer la posture et de créer des supports artificiels de manière à déclencher des réactions dirigées chez l'enfant IMC. Ils sont montés sur un système dynamique permettant la réalisation par l'enfant de mouvements harmonieux et contrôlés en accord avec le projet thérapeutique. Ils ont à la fois des objectifs communs et des particularités liées à chaque modèle ainsi que des accessoires complémentaires tels que la tablette; les orthèses de pieds et l'appuie-tête. Ils sont moulés en une pièce avec des matériaux thermoformables. Ils ont l'avantage d'être fabriqués sur mesure; d'être peu coûteux et peuvent être modifiés à tout moment selon la croissance ou l'évolution de l'enfant.

Un standing doit :

- Permettre le développement d'une posture stable et dynamique.
- Permettre une mise en charge du corps contre gravité; pour favoriser une croissance et un développement ostéo-articulaire harmonieux et symétrique.
- Permettre la maturation d'appuis fonctionnels au niveau des membres inférieurs.
- Favoriser des variations de charge pour améliorer les sensations tactiles et développer des appuis fonctionnels.
- Permettre une activation musculaire progressive de la tête et du tronc en favorisant un haubanage avant-arrière et latéral.
- Contribuer à la construction des axes corporels gauche/droit et haut/bas.
- Favoriser des micro-mouvements autour de l'axe pour améliorer le redressement et les réactions de redressement.
- Prévenir les déformations orthopédiques.
- Stimuler l'orthostatisme vasculaire.
- Stimuler les fonctions digestives comme le transit; diminuer la constipation.
- Permettre de diminuer la force « contre pesanteur » et offrir accès à des mouvements impossibles en position basses.

Il existe différents types d'aide à la verticalisation. Certaines sont réalisées sur mesure et d'autres sont préfabriquées

**a- Orthèse de verticalisation / Standing dynamique antérieur**



**Figure 58 : Standing dynamique antérieur (75)**

Il s'agit d'une orthèse moulée antérieurement à l'enfant. Elle possède principalement une composante de mouvements dans le plan sagittal avec quelques micromouvements dans le plan frontal et transverse.

Le centre de gravité est antériorisé ou en position neutre. Il offre la capacité à l'enfant de développer un redressement et des réactions de redressement principalement par un mouvement d'avant vers arrière.

Il permet une activation de la chaîne postérieure de manière à éviter l'enroulement en cyphose dorsale et l'enroulement des épaules en antéposition.

Il est le seul à pouvoir gérer de manière optimale une flexion exagérée des hanches et des genoux.

Le moulage qui se réalise à même le corps stabilise au mieux la position du dos pour prévenir toutes déformations en scoliose chez les enfants quadriplégiques.

#### **b- Orthèse de verticalisation / Standing dynamique postérieur**



**Figure 59 : Standing dynamique postérieur (75)**

Il s'agit d'une orthèse moulée postérieurement à l'enfant.

Ce standing permet à l'enfant d'avoir une position avec des contacts « contenant » qui permettent le relâchement des tensions et la mise en place progressive de réactions de redressement.

Comme le standing précédent; il possède principalement une composante de mouvements dans le plan sagittal avec quelques micro-mouvements dans le plan frontal et transverse. Cependant le centre de gravité est postériorisé ou en position neutre. Cette composante de mouvements influencés vers l'avant favorise une activation de la chaîne antérieure et un allongement de la chaîne postérieure.

Le réglage de l'inclinaison du standing permet la combinaison équilibrée entre les agonistes et les antagonistes.

Ce standing offre à l'enfant la capacité de développer un redressement et des réactions de redressement avec une diminution de la pesanteur; selon l'inclinaison proposée par les deux planches au sol.

Si l'enfant est fatigué; il est également possible de modifier l'inclinaison de manière à travailler un contrôle de tête sans que celle-ci tombe ou se fléchisse de manière excessive.

Il permet également un maintien suffisamment contenant pour prévenir toute déformation en scoliose chez les enfants quadriplégiques. Lors du moulage; on pose le matériel thermoformable sur un plan puis on y pose l'enfant couché en décubitus dorsal.

**c- Orthèse de verticalisation / Standing dynamique TREFLE A QUATRE**



**Figure 60 : Standing dynamique TREFLE A QUATRE (75)**

Le trèfle à quatre est une approche moulée en interne des membres inférieurs et autour du bassin. Il est le seul à posséder une composante de mouvement dans les trois plans de l'espace.

La stabilisation et la mise en forme du redressement dans le plan sagittal se réalise par le moulage des genoux et des hanches déverrouillées par une très légère flexion et une rétroversion du bassin.

Le centre de gravité peut être postériorisé en position neutre ou antériorisé. Cette composante peut influencer des mouvements vers la flexion ou vers l'extension pour combiner un équilibre entre les agonistes et les antagonistes. Cette mise en forme du corps permet de faciliter des mouvements de report de charge et des mouvements de rotation.

## **8- Appareillage de nuit (34)**

### **❖ Intérêt**

L'appareillage de nuit est indiqué pour plusieurs raisons.

Chez certains sujets; les contractions pathologiques cèdent pendant le sommeil. Il peut être judicieux de profiter de ce relâchement pour proposer un appareillage pour maintenir une posture en écartement de hanches ou une flexion de cheville par exemple.

Indépendamment du problème orthopédique; l'installation de nuit peut être un adjuvant au confort nocturne : le sommeil de certains sujets peut être amélioré par un matelas moulé.

### **❖ Matelas de posture**

Lorsqu'il s'agit d'appareils thoraco-pelvi-pédiens ou pelvijambiers; le matelas de posture réalisé en mousse de densité et de composition variées est maintenant proposé pour plus de confort. Le moulage permet une adaptation précise à la posture souhaitée (décubitus dorsal; latéral ou même ventral). Outre l'objectif orthopédique; d'autres objectifs peuvent être poursuivis : le confort digestif (prévention des reflux gastrooesophagiens) et le confort respiratoire chez les sujets sévèrement atteints.

L'inconvénient est l'encombrement important du matelas ainsi qu'une difficulté accrue dans les transferts et les mobilisations pour les aidants.

## **9- Orthèses plantaires [76]**

Le but de ces orthèses est de diminuer les pressions au niveau de la plante du pied de fournir un meilleur amortissement et d'avoir une meilleure répartition des pressions à la plante du pied durant la marche.

### **a- Orthèses plantaires amortissantes [ 77]**

C'est une orthèse plantaire flexible faite à partir de matériaux amortissants tels que le PPT (mousse de polyuréthane); le caoutchouc; le Podof foam®; le plastazote ou d'autres matières de composites semblables.

### **b- Orthèses plantaires de décharge [78]**



**Figure 61 : semelle plantaire de décharge (Atelier orthopédique HER)**

Cette orthèse est faite à partir de matériaux amortissants tels que le caoutchouc; le PPT; le Podof foam®; le plastazote et d'autres matières de composites semblables.

### **c- Orthèses plantaires préfabriquées [79]**

Les orthèses plantaires préfabriquées sont des orthèses qui sont choisies parmi une gamme de tailles et de formes de base préfabriquées avec des caractéristiques de conception diverses.

Elles peuvent être modifiées avec d'autres additions pour amortir; décharger ou soutenir le pied; basées sur des résultats cliniques d'évaluation et les différents besoins des patients.

### **d- Orthèses plantaires à affections épidermiques**

C'est une orthèse plantaire thermoformée sur des matériaux sensibles à la chaleur (basse température) qui sont chauffés jusqu'à un certain degré de souplesse; puis directement moulés sur le pied Orthèses plantaires fonctionnelles [80]

Les objectifs de cette orthèse sont :

- Soulager la douleur et les symptômes du membre inférieur.
- Réalignement du membre inférieur en charge.
- Empêcher ou réduire le taux d'hypertrophie cutanée et/ou d'inflammation des tissus mous.

## **E. Place de l'appareillage dans le schéma thérapeutique global de la paralysie cérébrale [5-6-20].**

Lors d'une prise en charge neuro-orthopédique d'un enfant paralysé cérébral; le médecin; avec l'avis de l'équipe pluridisciplinaire; peut être amené à prescrire un ou plusieurs appareillages. Cette prescription est un choix pris par l'équipe médicale en partenariat avec l'enfant et les parents; elle vient en complément du projet de rééducation et de réadaptation et ne doit pas nuire à la socialisation de l'enfant (5; 81).

L'appareillage doit répondre à différents objectifs [82-85] :

- Prévenir les déformations orthopédiques.
- Lutter contre les déformations orthopédiques.
- Gagner en amplitude articulaire.
- Mettre l'enfant en situation de s'épanouir sur le plan psychomoteur.
- Initier ou développer l'aspect relationnel.
- Développer l'autonomie de l'enfant.
- Faciliter la prise en charge par une tierce personne.

Suite aux objectifs auxquels doit répondre l'appareillage; 3 types d'appareillage sont déterminés : l'appareillage de posture; l'appareillage de fonction; l'appareillage de marche. [82-83-86]

## **1- L'appareillage de posture**

Cet appareillage a pour but de limiter les aggravations orthopédiques. Pour cela il maintient les muscles en position allongée et les articulations en position neutre afin de favoriser l'harmonie entre croissance osseuse et musculotendineuse. Il est essentiellement porté la nuit et il doit être confortable pour ne pas perturber le sommeil de l'enfant. C'est pour cela que l'on privilégiera une correction modérée pour un port prolongé plutôt qu'une correction maximale qui risque de ne pas être tolérée.

Cet appareillage peut aussi être utilisé après chirurgie orthopédique pour éviter la réapparition de déformations orthopédiques; mais aussi pour protéger les ostéosynthèses ou les transferts tendineux. La durée de port sera au moins de 6 mois.

Nous distinguons 2 types d'appareils de posture : les appareils de posture statique et les appareils de posture dynamique. Les appareils de posture statique vont essentiellement éviter les déformations orthopédiques en maintenant le membre dans une position corrigée. Les appareils de posture dynamique vont permettre de gagner en amplitude. En effet; l'orthèse génère une tension permanente qui tend à ramener l'articulation dans une position corrigée tout en laissant la possibilité à l'enfant de mobiliser son membre dans le secteur libre.

## **2- Appareillage de fonction**

Cet appareil a pour but de permettre ou d'améliorer une fonction (station assise; verticalisation) en compensant les déficiences motrices. Il est essentiellement utilisé la journée et peut être utilisé par différents usagers; il ne doit donc pas être difficile à mettre en place.

La station assise va permettre une horizontalisation du regard pour que l'enfant découvre l'environnement qui l'entoure; cela va aussi lui donner la possibilité de développer ses membres supérieurs et sa capacité de préhension et cela va faciliter son alimentation.

### **3- Appareillage de marche**

Cet appareillage procure les mêmes avantages que ceux permettant la verticalisation. Il permet également à l'enfant de se déplacer; pour avoir une plus grande autonomie et une meilleure intégration sociale. Les rétractions capsulo-ligamentaires ou musculo-tendineuse limitent les amplitudes articulaires; la spasticité freine le mouvement lors de l'étirement du muscle. La marche de l'enfant PC représente donc un coût énergétique important diminué grâce à la mise en place d'aides spécifiques. Il doit être léger et le moins volumineux possible pour ne pas gêner la socialisation de l'enfant.

- Lorsque la déformation est installée; en particulier au niveau des triceps et que l'amplitude de mobilisation passive ne permet plus d'obtenir un secteur de mobilité compatible avec les différentes phases de déroulement du pas durant la marche; un traitement par plâtres successifs peut être proposé [87]. Ce traitement permet de gagner rapidement en longueur musculaire à condition de maintenir le résultat obtenu par des orthèses de postures. Ces traitements peuvent se faire tout au long de la croissance; mais auront une efficacité maximale à un âge plus jeune au moment où les propriétés viscoélastiques du muscle ne sont que peu modifiées.

Certaines équipes accompagnent les injections de toxine du port de bottes plâtrées; dans le but de potentialiser l'effet des injections. Les bottes plâtrées non amovibles portées sur de courtes périodes; des orthèses nocturnes;

amovibles dans la journée et qui peuvent être portées sur de plus longues périodes. La période à laquelle sont instituées les bottes plâtrées est variable; soit immédiatement après les injections; soit au bout de deux semaines; soit à distance des injections pour compléter le résultat. Globalement; l'adjonction d'orthèses semble prolonger l'amélioration des amplitudes articulaires enregistrées sur plate-forme de marche de quelques mois.

Dans le cadre d'un traitement global à long terme; les interventions chirurgicales sont systématiquement envisagées. La gestion chirurgicale peut améliorer l'efficacité des orthèses; diminuer leur complexité; diminuer le risque de leurs complications; ou d'éliminer complètement le besoin d'orthèses : En amont; l'appareillage vise à préparer le patient afin de fournir les conditions les plus propices au geste chirurgical. En aval; les appareils de posture permettent de conserver le plus longtemps possible les bienfaits de la chirurgie; tout en limitant le risque de récurrence.

La prise en charge post opératoire varie en fonction du type et du nombre de gestes réalisés [88] :

L'immobilisation est toujours la même : deux bottes en résines avec deux genouillères en résines par-dessus. Tous ces éléments sont ouverts en bivalve au bloc opératoire.

La verticalisation est autorisée dès le 7<sup>ème</sup> [89] jour sous protection de résines.

La mobilisation articulaire débute le 14<sup>ème</sup> jour passivement et le 21<sup>ème</sup> jour de façon active avec renforcement musculaire progressif.

La reprise de la déambulation débute après un mois dans les barres parallèles avec les résines au début puis avec des aides techniques (déambulateur postérieur; cannes tripodes; anglaises ou simples).

Le passage à la marche autonome dépend de la vitesse de progression; mais aussi du statut fonctionnel préopératoire.

## **F. Suivi et surveillance de l'appareillage [59-90]**

❖ Pour le membre inférieur

### **Tolérance et effets indésirables :**

- ✓ Sur le plan cutané : il peut s'agir des troubles trophiques. Pour cela le médecin prescripteur doit inspecter le membre appareillé à chaque consultation et doit éduquer le patient et son entourage à la recherche quotidienne de ces troubles trophiques.
- ✓ Sur le plan neuro-vasculaire : il y a risque de compression des nerfs sous cutanés et vaisseaux si orthèse trop serrée. Il faut surveiller le pouls; la sensibilité; la motricité; la cyanose; les extrémités froides; le temps de recoloration cutanée; et recherche de thrombose veineuse profonde.

### **Efficacité :**

Il n'y a pas intérêt à poursuivre un appareillage parfois contraignant si non réponse aux objectifs des soignants et aux doléances du patient. Il faut penser à le modifier; voire le remplacer et / ou envisager d'autres thérapeutiques.

❖ Pour le membre supérieur :

Souvent; les orthèses des membres supérieurs sont appliquées aux membres insensibles; et un schéma d'inspection de la peau bien défini doit être suivi pour éviter une pression excessive.

Dans la pratique courante; le patient porte initialement l'orthèse pendant une période relativement courte (5 à 30 minutes); puis retire l'orthèse et inspecte la peau pour obtenir des marques rouges persistantes.

Les marques rouges devraient disparaître dans les 20 minutes. S'ils ne le font pas; l'orthèse doit être ajustée pour atténuer la pression excessive sur la peau. Si les marques rouges disparaissent dans la période de 20 minutes; le temps de port peut être progressivement augmenté (par exemple; de 15 minutes) jusqu'à ce que le patient puisse supporter le port de l'appareil pendant plusieurs heures.

❖ Pour le tronc :

Le corset doit répondre à des exigences thérapeutiques : le bassin doit être parfaitement positionné et maintenu; la correction des courbures est vérifiée par le contrôle radiologique. Le kinésithérapeute doit surveiller la bonne adaptation du corset et la concordance entre la taille du tronc et celle du corset et un contrôle régulier de la fonction respiratoire est indispensable.

Les complications sont rares et habituellement sans grandes conséquences si une surveillance rigoureuse est exercée. Une information de l'enfant et de sa famille est primordiale pour éviter les problèmes cutanés; digestifs (régime adapté sans boisson gazeuse ni féculents); neurologiques (en particulier plexique par appui sous axillaire excessif) et osseux (déformations orthodontiques devenues bien plus rares depuis la modification des appuis du Milwaukee)

## G. Perspectives d'avenir et évolution technologique

### 1. Prototypage rapide

#### a. Principe :

Le prototypage rapide (PR) est une technique qui produit un modèle 3D d'une pièce à partir de La Conception Assistée par Ordinateur (CAO); en utilisant la technologie de fabrication. Contrairement à la méthode traditionnelle de fabrication; des petites couches sont ajoutées au-dessus d'une autre pour former la conception finale. Cela permet au prototypage rapide de créer des pièces très complexes en relativement peu de temps. Au cours des dernières années cette technique a été appliquée au domaine médical (91).

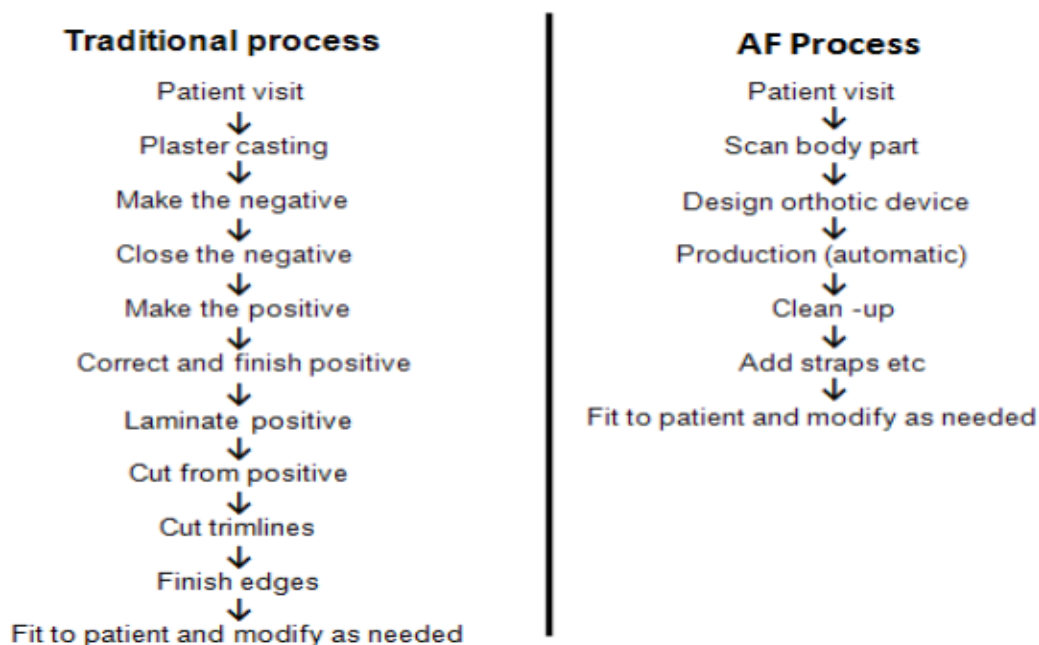


Figure 62 : Comparaison entre le processus de fabrication traditionnelle de l'orthèse (à gauche) et le processus de fabrication assisté par ordinateur (à droite) (92).

## b. Matériel :

### ▪ Le scanner KINETIC 3D:

Généralement; les scanners 3D sont très coûteux. En 2012; Microsoft a introduit le matériel de scanner 3D nommé Kinect. Le Kinect possède plusieurs caractéristiques telles que LED; capteur de vision; capteur de profondeur 3D et Microphone. Récemment; le Kinect Scanner a été utilisé dans diverses applications; notamment comme outil d'analyse clinique; un scanner 3D et un outil de gestion et d'interaction par ordinateur. De plus; Kinect Peut être utilisé pour obtenir les mensurations anthropométriques précises (Karol & Jeans; 2011). L'utilisation manuelle du scanner Kinect 3D permet de donner une image de 360 degrés (95).

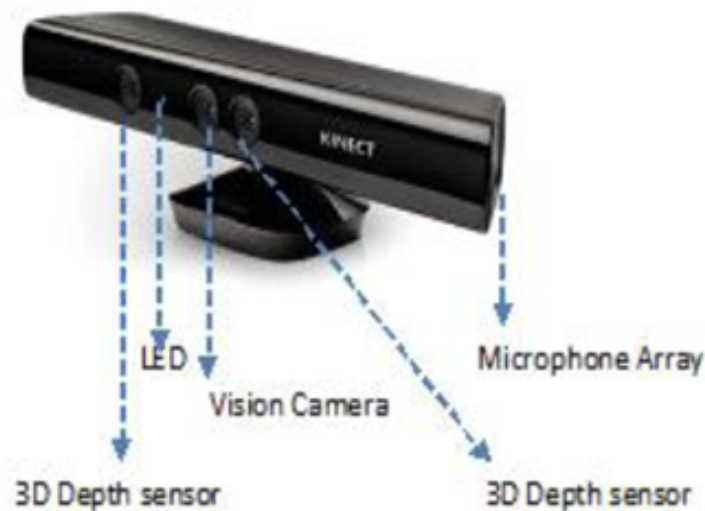


Figure 63 : le scanner 3D de KINECT (95).

▪ **Machine de fabrication d'orthèse FORTUS 360mc :**

Après prise d'empreinte en 3D; les renseignements sont stockés sur ordinateur et traités par un logiciel qui détermine la forme la plus appropriée au pied du patient. Une fois la forme est choisie et l'empreinte est déterminée; la machine numérique fabrique la forme et l'orthèse (92).



**Figure 64 : Machine de fabrication d'orthèse FORTUS360mc (92).**

**2. Analyse par élément finis (Finite Element Analysis FEA) :**

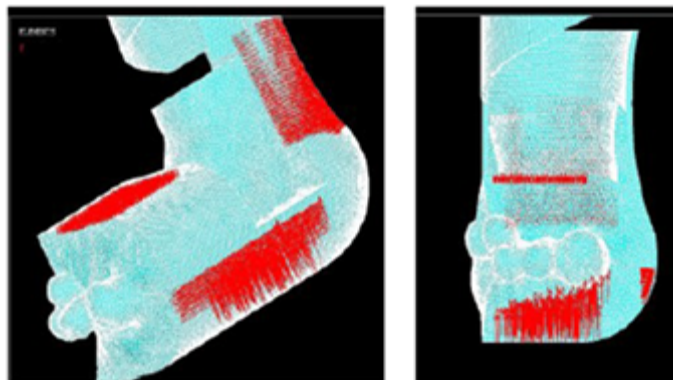
L'analyse par élément finis est un type de programme informatique qui utilise la méthode des éléments finis (MEF) pour analyser un matériau ou un objet afin de préciser comment les contraintes appliquées affecteront le matériau ou la conception.

En mathématiques; la méthode des éléments finis (MEF) est une technique numérique pour trouver des solutions approximatives aux problèmes de valeurs limites pour les équations aux dérivées partielles. Il utilise la subdivision d'un

domaine de problème entier en parties plus simples; appelées éléments finis; et des méthodes variationnelles à partir du calcul de variations pour résoudre le problème en minimisant une fonction d'erreur associée. La FEA peut aider à déterminer tout point de faiblesse dans une conception avant qu'elle ne soit fabriquée. L'analyse se fait en créant un maillage de points dans la forme de l'objet qui contient des informations sur le matériau et l'objet à chaque point d'analyse.

ANSYS est un logiciel à usage général utilisé pour fins d'analyse; Il simule les interactions de toutes les branches de la physique (structure des molécules; vibration; dynamique des fluides; transfert thermique et électromagnétisme). Par exemple; le pied et l'orthèse sont analysés séparément afin d'évaluer les forces exercées sur le pied. Cependant; lorsque le pied est à l'intérieur de l'orthèse; les circonstances diffèrent. Dans ce cas; les forces sont appliquées au niveau de toutes les zones où existe un contact entre le pied et l'orthèse.

ANSYS est un logiciel à usage général utilisé pour fins d'analyse; Il simule les interactions de toutes les branches de la physique (92).

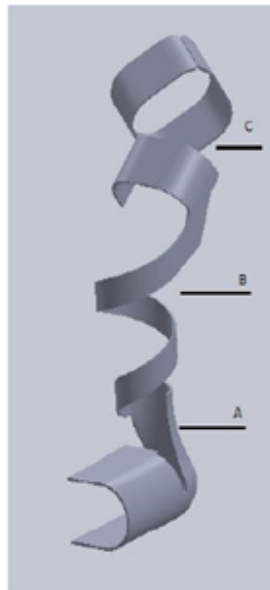


**Figure 65 : Les forces exercées aux zones de contact (92).**

### 3. Nouveau design de l'orthèse (AFO) :

Les principaux problèmes de l'orthèse traditionnelle est l'immobilisation rigide d'une ou des deux jambes pouvant être à l'origine des plaies cutanées; son poids lourd est gênant pour une utilisation quotidienne; ce qui perturbe les acquisitions motrices de l'enfant.

Un modèle préliminaire de l'orthèse correctrice est développé sans tenir compte des dimensions. Ce modèle fait appel à une bande en spirale reliant la partie pied et la partie cuisse de façon à ne pas entraver la croissance et le développement naturels de l'enfant. Ce modèle comporte essentiellement trois parties : la partie de chaussure; la partie en spirale et la partie de cuisse. Le but principal de ce nouveau design est de remplacer les plâtres en série. Cependant ce prototype peut ne pas donner les résultats escomptés(93).



**Figure 66 : le modèle final de l'orthèse avec ses 3 parties (93) :**

- a. a-partie chaussure
- b- partie spirale
- c- partie cuisse

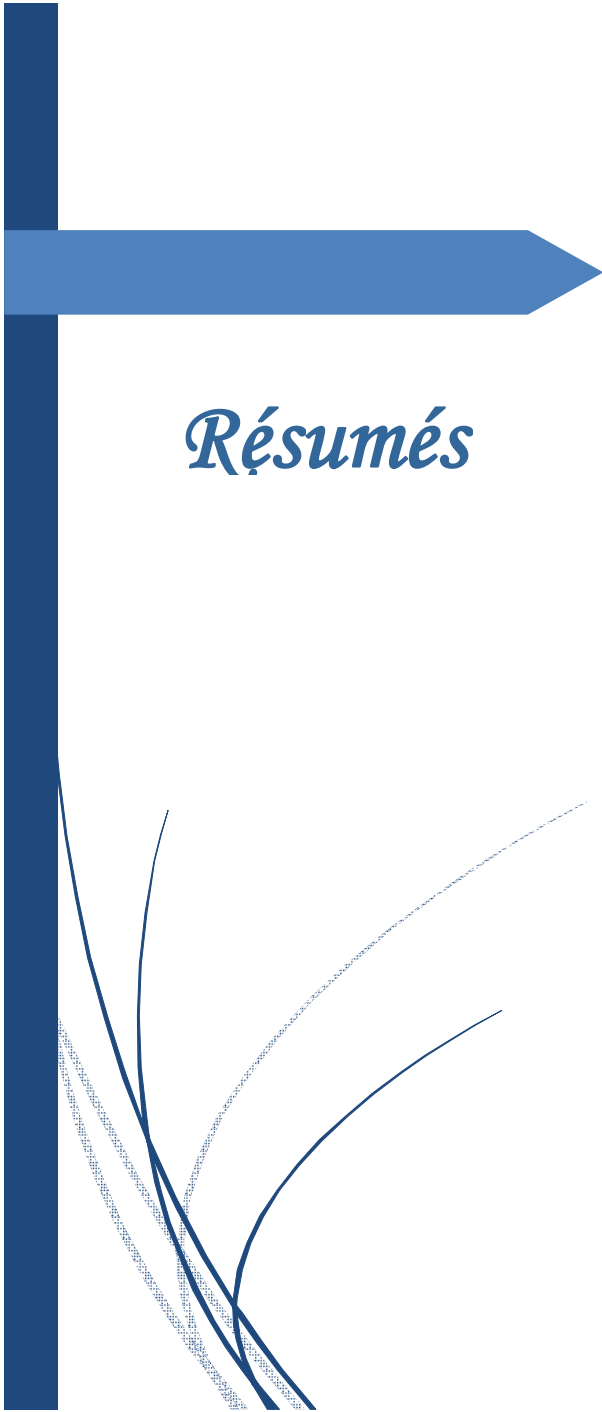


L'appareillage orthopédique représente un des piliers du traitement de la paralysie cérébrale. Son rôle est de prévenir la déformation orthopédique en corrigeant les postures pathologiques. Il peut par sa correction; faciliter aussi la fonction.

Le diagnostic de la paralysie cérébrale chez l'enfant représente un défi pour les praticiens et nécessite un large éventail d'examens cliniques et complémentaires. Ces examens sont très techniques et doivent être réservés à une équipe spécialisée; tant pour leur indications et leur réalisations que pour leur interprétations.

L'appareillage orthopédique demande de la précision dans sa prescription sa conception et son utilisation pour réduire ses effets néfastes car la fausse indication ou un appareil mal conçu peut engendrer l'apparition de troubles orthopédiques que celui-ci était censé prévenir.

Le nombre élevé d'enfants paralysés cérébraux incite à améliorer les conditions de travail dans les ateliers orthopédiques et faciliter le contact avec ces patients et surtout inclure la paralysie cérébrale dans les programmes nationaux de santé publique car une meilleure prise en charge orthopédique est primordiale pour la bonne évolution et donne de meilleurs résultats.



## *Résumés*

## RESUME

**Titre :** appareillage orthopédique de l'enfant paralysé cérébral : mise au point et bilan d'activité de l'atelier d'appareillage orthopédique de l'hôpital d'enfant de Rabat.

**Rapporteur :** Pr. Mohammed Anouar Dendane

**Auteur :** Mariam Chetouani

**Mots clés :** paralysie cérébrale – appareillage orthopédique –enfant.

Ce travail représente une étude rétrospective réalisée au sein de l'atelier orthopédique de l'hôpital d'enfants de Rabat concernant l'appareillage orthopédique de la paralysie cérébrale. Notre série comporte 30 patients dont 57% sont des garçons avec un âge moyen de 8,35 ans, les enfants infirmes moteurs d'origine cérébral dépassent ceux infirmes moteur cerebraux et les appareillages utilisés sont différents.

L'appareillage de la paralysie cérébrale fait partie intégrante du traitement de la paralysie cérébrale, il concerne essentiellement celui du membre inférieur et du rachis

Pour le membre inférieur, il s'agit essentiellement des orthèses jambières ou orthèses courtes de marche, ce sont des orthèse de fonction qui concernent les enfants marchants ou déambulants, des orthèse suro et cruropédieuses de posture et les coques talonières, réservées aux enfants qui ne marchent pas et utilisées surtout la nuit et pour stabiliser une chirurgie multisite.

Pour le rachis, le corset Garchois est le plus adapté pour l'enfant paralysé cérébral du fait de sa conception et du matériel utilisé

Le maintien de la position assise par des assises moulées est la clé de la participation sociale de l'enfant à des activités de la vie quotidienne et d'apprentissage. Les aides posturales visent à maintenir la posture dans diverses positions. Elles incluent les chaises adaptées, les systèmes de verticalisation ainsi que les systèmes de positionnement nocturne.

La conception de l'appareillage orthopédique diffère selon la nature du segment du corps à appareiller en matériaux, prise d'empreinte, les techniques de moulage et de thermoformage.

## SUMMARY

**Title : orthoses of cerebral palsy : development and activity report of orthopedic workshop of Rabat Children's Hospital.**

**Keywords : cerebral palsy –orthoses –child.**

**Reporter : Pr.**

**Author : Mariam Chetouani**

This work represents a retrospective study performed within the orthopedic workshop of Rabat children's hospital about the orthosis in cerebral palsy. Our serie consists of 30 patients, 57% of whom are boys with an average age of 8.35 years, children with cerebral origin motor impairment exceed those of cerebral motor impairment and the devices used are different. Orthosis in cerebral palsy are an integral part of the treatment of cerebral palsy, it essentially concerns the lower limb and the spine. For the lower limb, it is essentially Dynamic Ankle Foot Orthosis, they are function orthoses that concern ambulant children, static ankle foot orthosis and knee ankle foot orthosis of posture and supramalleolar orthosis, reserved for non ambulant children and used mostly at night and to stabilize multisite surgery.

For the rachis, the Garchois corset is the most suitable for cerebral palsy due to its design and the equipment used. Maintaining the sitting position by molded seats is the key to the child's social participation in everyday activities and learning. The postural aids maintain the posture in various positions including adapted chairs, standing and night positioning systems. The design of orthoses differs depending on the nature of the segment of the body to be paired, materials used, impression taking, molding techniques and thermoforming.

## ملخص

العنوان: أجهزة التقويم الخاصة بعلاج الشلل الدماغي: ضبط و تقرير نشاط ورشة تقويم العظام بمستشفى الأطفال بالرباط

الكلمات الأساسية: الشلل الدماغي، الأجهزة التقويمية، طفل

المشرف: الأستاذ محمد أنوار دندان

الكاتب: مريم الشتواني

يمثل هذا العمل دراسة بأثر رجعي أجريت داخل ورشة تقويم العظام التابعة لمستشفى الأطفال بالرباط حول الأجهزة التقويمية للشلل الدماغي. تتضمن سلسلتنا 30 مريضاً منهم 57% ذكورا يبلغ متوسط عمرهم 8.35 سنوات، يفوق فيهم عدد الأطفال العاجزين عن الحركة بسبب دماغي عدد أولئك العاجزين عن الحركة دماغياً والأجهزة التقويمية المستخدمة مختلفة.

يعتبر تقويم الشلل الدماغي جزءاً لا يتجزأ من علاج الشلل الدماغي ويهم بشكل خاص علاج الجزء السفلي والعمود الفقري.

بالنسبة للجزء السفلي، يتعلق الأمر خصوصاً بدعامة الساق أو دعامات قصيرة للمشي هي عبارة عن دعامات وظيفية للأطفال الذين يمشون بدعامة الساق للوضعية ودعامة هيكل الكعب موجهة للأطفال الذين لا يمشون وتستعمل خصوصاً خلال الليل ولتثبيت الجراحة متعددة المواقع.

بالنسبة للعمود الفقري، يعتبر المشد الكرشى أنسب مقوام للطفل المصاب بالشلل الدماغي بالنظر إلى تصميمه والمعدات المستخدمة فيه.

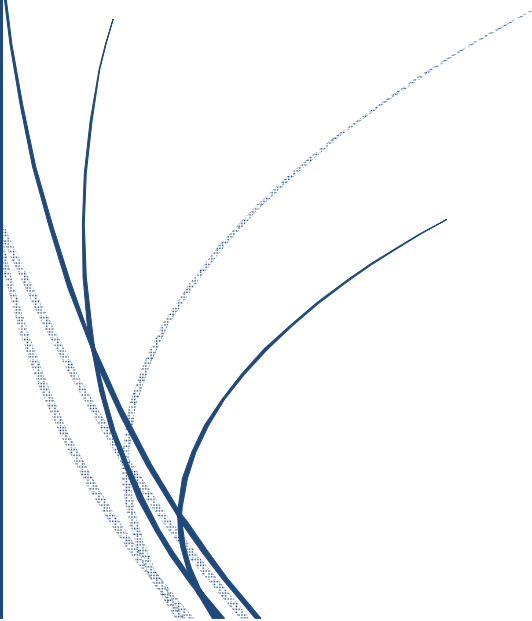
وتعتبر المحافظة على وضعية الجلوس باستعمال القاعدة الطينية مفتاح المشاركة الاجتماعية للطفل في الأنشطة اليومية ومفتاح تعلمه.

المساعدات في الوضعيات المختلفة ترمي إلى المحافظة على الهيئة في وضعيات مختلفة. تتضمن الكراسي الملائمة، منظومات التعميد ومنظومات التمرکز الليلي.

إن تصميم أجهزة تقويم العظام يختلف حسب طبيعة شريحة الجسم المراد تقويمها، من حيث المادة المستعملة و رفع البصمات وتقنيات السبك والتصفيح الحراري.



# *Bibliographie*



- [1] Pennçot G. orthopedie pediatrique. 2001. chap VII: l'infirmité motrice cérébrale.
- [2] Tardieu G. les feuillets de l'infirmité motrice cérébrale. Paris Assoc Natl des Infirm Moteurs Cérébraux ANIMC Ed. 1969;
- [3] Amiel-Tison C. L'infirmité motrice d'origine cérébrale. Masson Ed; Paris. 1997;
- [4] Newman C. Prise en charge des troubles moteurs de l'enfant avec une infirmité motrice cérébrale. 2006;17(4):20–3.
- [5] Lebarbier P; Ursei M. Chirurgie multi-sites chez le paralysé cérébral marchant ou à potentiel de marche. Noûs. 2010;(14540):1–10.
- [6] Renders A. Les troubles orthopédiques secondaires de l'enfant IMC: Comment les prévenir et les traiter. Mot Cerebrale. 2008;29(2):61–4.
- [7] Graham HK; Selber P. Musculoskeletal aspects of cerebral palsy. J Bone Joint Surg Br 2003;85-B:157–66.
- [8] Tardieu G. Le dossier clinique de l'IMC; 3e ed; Paris: CDI; 1984.
- [9] Booth CM; Cortina-Borja MJ; Theologis TN. Collagen accumulation in muscles of children with cerebral palsy and correlation with severity of spasticity. Dev Med Child Neurol 2001; 43(5):314–20.
- [10] Marbini A; Ferrari A; Cioni G; Bellanova MF; Fusco C; Gemignani F. Immunohistochemical study of muscle biopsy in children with cerebral palsy. Brain Dev 2002;24(2):63–6.
- [11] Les MI. Variétés cliniques de la paralysie cérébrale et comorbidités. :225–30.
- [12] Berker AN; Selimyalp M. Cerebral Palsy: Orthopedic Aspects and Rehabilitation. 2017;
- [13] Yelnik A; Quintaine V; Jousse M; Genet F. Traitements de la spasticité. Colloids Surfaces A Physicochem Eng Asp [Internet]. 2017;13(1):1–11. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0246-0378\(15\)52830-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0246-0378(15)52830-3)

- [14] Smaïl DBEN; Kiefer C; Bussel B. Évaluation clinique de la spasticité. 2003;190–8.
- [15] Paneth N. Invited commentary : the hidden population in perinatal epidemiology. *Am J Epidemiol* 2008 ; 167 : 793-6.
- [16] SCPE working group. Surveillance of cerebral palsy in Europe : a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Surveillance of cerebral palsy in Europe (SCPE)*. *Dev Med Child Neurol* 2000 ; 42 : 816-24.
- [17] Krägeloh-Mann I; Cans C. Cerebral palsy update. *Brain and Dev* 2009 ; 31 : 537-44.
- [18] Le Métayer M. Rééducation cérébromotrice du jeune enfant. Paris:Masson. 1999;
- [19] Jarrige M; Yepremian D; Desailly E; Rozière S; Khouri N. Une nouvelle orthèse courte de marche chez l'enfant et l'adolescent IMC : l'orthèse évolutive; articulée cheville avec effet de sol A new ankle foot orthosis for CP children and teenager : The evolutive hinged floor reaction orthosis. 2009;30:153–8.
- [20] Carrelet P; Bollini G; Mancini J; Chabrol B. Traitement de l'enfant infirme moteur cérébral par la toxine botulique A: Mode d'action; place des injections dans la prise en charge. *Arch Pediatr*. 2002;9(9):928–33.
- [21] [4] Boyd R; Graham HK. Objective measurement of clinical findings in the use of botulinum toxin type A for the management of children with cerebral palsy. *Eur J Neurol* 1999;6(Suppl 4):23–35.
- [22] [9] Love SC; Valentine JP; Blair EM; Price CJ; Cole JH; Chauvel PJ. The effect of botulinum toxin type A on the functional ability of the child with spastic hemiplegia: a randomised controlled trial. *Eur J Neurol* 2001;8(Suppl 5):50–8
- [23] [42] Houltram J; Noble I; Boyd RN; Flett P; Graham HK. Botulinum toxin type A in the management of equinus in children with cerebral palsy: an evidence economic evaluation. *Eur J Neurol* 2001;8(Suppl. 5):194–202

- [24] Novacheck T. Orthoses for Cerebral Palsy. AAOS Atlas Orthoses Assist Devices. 2008;487–500.
- [25] Cottalorda J; Kohler R; Dohin B; Bourelle S. Histoire de l'appareillage de la scoliose. 2005;13:2–3.
- [26] Kohler R. Histoire du traitement de la scoliose. In : Scoliose idiopathique sous la direction de J. Bérard et R. Kohler. Monographie du groupe d'étude en orthopédie pédiatrique. Sauramps Médical (Montpellier) 2005; p 13-19
- [27] Chavet P. Corset et scoliose idiopathique de l'adolescence. 2008;123.
- [28] Katz DE. Orthoses for spinal deformities. : 125–39.
- [29] Kohler R. Histoire du traitement de la scoliose. La scoliose idiopathique. Montpellier: Sauramps Medical; 1997. p. 13–9.
- [30] Moe J; Winter R; Bradford D; Lonstein J. Techniques in bracing. In: Scoliosis and others spinal deformities. Philadelphia: WB Saunders; 1978. p. 359–69.
- [31] Winter RB; Lonstein JE. Use of the Milwaukee brace for progressive idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg Am 1997;79:954 [author reply 954–5].
- [32] Stagnara P; Desbrosses J; Michel CR; Dupeloux J; Fauchet R; Berthou JD; et al. Structural scoliosis. Terminal results of orthopedic treatments during the growth period. Rev Chir Orthop 1965;51:33–52.
- [33] 1. Géza F; Kogler. Materials and Technology. In: 6 Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation. p. 143–60.
- [34] Métayer M Le; Toullet P; Rietz M. Éducation thérapeutique et rééducation des infirmes moteurs cérébraux et des sujets polyhandicapés paralysés cérébraux. Colloids Surfaces A Physicochem Eng Asp [Internet]. 2017;11(4):1–27. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1283-0887\(15\)49551-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1283-0887(15)49551-9)
- [35] Supan TJ. Principles of fabrication. 1950;1:53–9.
- [36] 1. Lusardi MM. Principles of Lower Extremity Orthoses [Internet]. Third Edition. Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation. Elsevier Inc.; 2017. 219-265 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-1-4377-1936-9.00009-6>

- [37] Davis F.M.: In-office computerized fabrication of custom foot supports. The AMFIT system. *Clin Podiatr Med Surg*. 1993; 10: pp. 393-40
- [38] <deleu. Orthèses plantaires : types et validités. 2015;2015.
- [39] Shurr D.G.; and Michael J.W.: *Methods; materials; and mechanics. Prosthetics and Orthotics*. Norwalk; CT: Appleton & Lange; 2002.
- [40] Compton J.; and Edelstein J.E.: New plastics for forming directly on the patient. *Prosthet Orthot Int*. 1978; 2: pp. 43-47
- [41] . Lockard M.A.: Foot orthoses. *Phys Ther*. 1988; 68: pp. 1866-1873
- [42] Peppard A.; and O'Donnell M.: A review of orthotic plastics. *Athletic Training*. 1983; 18: pp. 77-80
- [43] Grunt S. Orthèses de marche pour l'enfant infirme moteur cérébral. 2007;18(6):35-9
- [44] Ofluoğlu D. Orthotic management in cerebral palsy. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2009;43(2):165-72.
- [45] Lin RS. Ankle-foot orthoses. In: Lusardi MM; Nielsen CC; editors. *Orthotics and prosthetics in rehabilitation*. Boston: Butterworth & Heinemann; 2000. p. 159-75.
- [46] Walker J; Stanger M. Orthotic management. In: Dormans JP; Pellegrino L; editors. *Caring for children with cerebral palsy: a team approach*. Baltimore: Paul H Brookes Publishing; 1998. p. 391-426.
- [47] Hylton NM. Postural and functional impact of dynamic AFOs and FOs in a pediatric population. *J Prosthet Orthot* 1990;2:40-53.
- [48] Romkes J; Brunner R. Comparison of a dynamic and a hinged ankle-foot orthosis by gait analysis in patients with hemiplegic cerebral palsy. *Gait Posture* 2002;15:18-24.
- [49] Lusardi MM. Principles of Lower Extremity Orthoses [Internet]. Third Edition. *Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation*. Elsevier Inc.; 2017. 219-265 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-1-4377-1936-9.00009-6>

- [50] Khouri N; Denormandie P. Pied de l'insuffisant moteur d'origine cérébrale marchant [Internet]. 1st ed. Les déformations du pied de l'enfant Et de l'adulte (à l'exclusion de l'avant-pied). Elsevier Masson SAS.; 2010. 215-228 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-2-84299-912-4.00032-8>
- [51] . Michael J.W.: Lower limb orthoses. In Hsu H.D.; Michael J.W.; and Fisk J.R. (eds): Atlas of Orthoses and Assistive Devices; 4th ed. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2008. pp. 343-356
- [52] Convery P; Grieg RJ; Ross RS; Sockalingham S: A three center study of the variability of ankle foot orthoses due to the fabrication and grade of polypropylene; Prosthet Orthot Int 28:175–182; 2004.
- [53] 17. Nagaya M Shoehorn-type ankle-foot orthoses: prediction of flexibility; Arch Phy Med Rehabil 78:82–84; 1997.
- [54] Sumiya T; Suzuki Y; Kasahara T: Stiffness control in posterior-type plastic ankle-foot orthoses: affect of trimline. Part 1: a device for measuring ankle moment; Prosthet Orthot Int 20:129–131; 1996.
- [55] Lucareli PR; Lima Mde O; Lucarelli JG; Lima FP. Changes in joint kinematics in children with cerebral palsy while walking with and without a floor reaction ankle-foot or- thosis. Clinics 2007;62:63-8.
- [56] Harrington E; Lin RS; Gage JR: Use of the anterior floor reaction orthosis in patients with cerebral palsy; Orthot Prosthet 38:34–42; 1984.
- [57] Jarrige M; Yepremian D; Desailly E; Rozière S; Khouri N. Une nouvelle orthèse courte de marche chez l'enfant et l'adolescent IMC : l'orthèse évolutive; articulée cheville avec effet de sol. Motricité cérébrale 2009 ; 30 : 153-8.
- [58] Miller F. Durable medical equipment. In: Cerebral palsy. New York: Springer; 2005. p. 181-249.

- [59] Dubory A; Laurent R; Morin C; Vialle R. Traitement orthopédique des scolioses idiopathiques. *Colloids Surfaces A Physicochem Eng Asp* [Internet]. 2017;10(4):1–13. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0246-0467\(15\)66176-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0246-0467(15)66176-1)
- [60] Morin C; Morel G; Chopin D. Les scolioses idiopathiques infantiles. *Vie Med* 1981;1467–77.
- [61] Métayer M Le; Toullet P; Rietz M. Éducation thérapeutique et rééducation des infirmes moteurs cérébraux et des sujets polyhandicapés paralysés cérébraux. *Colloids Surfaces A Physicochem Eng Asp* [Internet]. 2017;11(4):1–27. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1283-0887\(15\)49551-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1283-0887(15)49551-9)
- [62] Morillon S; Thumerelle C; Cuisset JM; Santos C; Matran R; Deschildre A. Effect of thoracic bracing on lung function in children with neuromuscular disease. *Ann Readapt Med Phys* 2007;50:645–50.
- [63] Zaina F; De Mauroy JC; Grivas T; Hresko MT; Kotwizki T; Maruyama T; et al. Bracing for scoliosis in 2014: state of the art. *Eur J Phys Rehabil Med* 2014;50:93–110.
- [64] Gaubert J; Migueres J; Cheneau J; Causse G; Bec P; Beteille P. The abandonment of plaster casts in the orthopedic treatment of idiopathic scoliosis. *Ann Chir* 1973;27:1203–9.
- [65] De Giorgi S; Piazzolla A; Tafuri S; Borracci C; Martucci A; De Giorgi G. Chêneau brace for adolescent idiopathic scoliosis: long-term results. Can it prevent surgery? *Eur Spine J* 2013;22(Suppl. 6):S815–22.
- [66] Lee CS; Hwang CJ; Kim DJ; Kim JH; Kim YT; Lee MY; et al. Effectiveness of the Charleston night-time bending brace in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2012;32:368–72.
- [67] Pierrard G; Jambou S; Bronfen C; Menguy F; Mallet J. La scoliose idiopathique traitée par corset à appui électif nocturne (C.A.E.N.) : résultats d’une série rétrospective de 135 cas. *Ann Orthop Ouest* 2003;35:201–7.

- [68] Guo J; Lam TP; Wong MS; Ng BKW; Lee KM; Liu KL; et al. A prospective randomized controlled study on the treatment outcome of SpineCor brace versus rigid brace for adolescent idiopathic scoliosis with follow-up according to the SRS standardized criteria. *Eur Spine J* 2014;**23**:2650–7.
- [69] Winter RB. The pendulum has swung too far. Bracing for adolescent idiopathic scoliosis in the 1990s. *Orthop Clin North Am* 1994;**25**:195–204.
- [70] Dubousset J; Zeller R; Miladi L; Wicart P; Mascard E. Le traitement orthopédique dans la pathologie vertébrale du petit enfant. *Rev Chir Orthop* 2006;**92**:73–82.
- [71] Le Métayer M. Divers types de sièges proposés pour les paralyés cérébraux IMC (IMOC et polyhandicapés) en fonction de l'évaluation clinique factorielle en position assise. *Mot Cereb* 1998;**19**: 91–111.
- [72] Le Métayer M. Le « Trotte-lapin » amélioré. *Motr Cereb* 2004;**25**:102–8.
- [73] Depardieu JY. La « Moto »; dispositif d'aide pour les activités au sol des enfants IMC très atteints dans leur motricité ou polyhandicapés. *Motr Céréb* 2011;**32**:72–8.
- [74] Laumonier E; Rietz MF; Lachenal B. La selle moulée. *Motr Cereb* 1994;**15**:146–51.
- [75] Vuilleumier L; Pelus R; Moulis B. 2009 Centre lausannois d'ergothérapie (CLE); Lausanne Suisse. 2009;1–13.
- [76] Australian Podiatry Council. Clinical guidelines for orthotic therapy provided by podiatrists. 1998. [www.apodc.com.au](http://www.apodc.com.au)
- [77] Nigg BM; Nurse MA; Stefanyshyn DJ. Shoe inserts and orthotics for sport and physical activities. *Med Sci Sports Exerc* 1999 ; 31 (Suppl) : S421-428
- [78] Ullman BC; Brncick M. Orthotic and pedorthic management of the diabetic foot. In : Sammarco GJ. Ed. *The foot in diabetes*. Philadelphia : PA : Lea & Febiger ; 1991; 217-24

- [79] Pfeffer G; Bacchetti P; Deland J et al. Comparison of custom and prefabricated orthoses in the initial treatment of proximal plantar fasciitis. *Foot Ankle Int* 1999 ; 20 : 214-21.
- [80] Philips JW. Ed. *The functional foot orthosis*. New York : Churchill-Livingstone ; 1990.
- [81] TRUSCELLI D; LE METAYER M; LEROY-MALHERBE V. Infirmitté motrice cérébrale. EMC - AKOS (Traité de Médecine); 2006; 1; p. 1-17.
- [82] BAUDRY J. *L'appareillage de l'enfant infirme moteur cérébral et applications aux maladies neuromusculaires les plus fréquentes*. 2006. 100 p. Mémoire de D. U Appareillage des Handicapés Moteurs : Université Nancy I.
- [83] QUENTIN V. *Place de l'appareillage chez l'enfant polyhandicapé ou avec paralysie cérébrale sévère. Prise en charge de l'enfant grand handicapé moteur en milieu hospitalier*. Montpellier : Sauramps Medical; 2011. p. 79-94.
- [84] ALLOH A.D.B. *Appareillage après chirurgie orthopédique multisite dans la prise en charge globale de l'enfant polyhandicapé*. 2012. 82 p. Mémoire de D.U Appareillage des Handicapés Moteurs : Université de Lorraine.
- [85] ROUSSIGNOL I. *L'appareillage des membres inférieurs après chirurgie orthopédique chez l'enfant paralysé cérébral : à propos d'un cas clinique*. 2011. 48 p. Mémoire de D.U Appareillage des Handicapés Moteurs : Université Nancy I.
- [86] BERARD C. *La paralysie cérébrale de l'enfant : Guide de la consultation-examen neuro-orthopédique du tronc et des membres inférieurs*. 1ère éd. Montpellier : Sauramps Medical; 2008.266p.ISBN978-2-84023-550-7.
- [87] Bruntz H; Heuillet A; Loisel M; Le Métayer M,Warniez MC. *Le traitement des rétractions musculaires. Techniques d'allongement par plâtres successifs*. *Motricité cérébrale* 1981; 2.
- [88] Viehweger E; Jacquemier M; Meyrieux M; Rohon A; Bollini G. *La chirurgie multi-sites et sa rééducation*. In: *L'infirme moteur cérébral marchant*. De

- l'annonce du handicap à la prise en charge de l'adulte. Montpellier: Sauramps Médical; 2005. p. 169-74.
- [89] Schaefer MK; McCarty JJ; Josephic K. Effects of early weight bearing on the functional recovery of ambulatory children with cerebral palsy after bilateral derotation osteotomy. *J Pediatr Orthop* 2007;77:668-70.
- [90] Lunsford TR; Dibello T V. Principles and components of upper limb orthoses. :179–90.
- [91] VIJAYARAGAVAN. E.; KURIAN. Leya Miriam; SULAYMAN. H.; *et al.* Application of Rapid Prototyping in the treatment of clubfoot in children. *Procedia Engineering*; 2014; vol. 97; p. 2298-2305.
- [92] Pallari; J. H. P.; Dalgarno; K. W.; Munguia; J.; Muraru; L.; Peeraer; L.; Telfer; S.; & Woodburn; J. (2010; August). Design and additive fabrication of foot and ankle-foot orthoses. In *Proceedings of the 21st Annual International Solid Freeform Fabrication Symposium—An Additive Manufacturing Conference; 9-11 August 2010; Austin; Texas; USA.*
- [93] Kurian Leya Miriam; E. Vijayaragavan. *DESIGN AND ANALYSIS OF A CORRECTIVE ORTHOSIS FOR THE TREATMENT OF CLUBFOOT IN CHILDREN. Department of Mechanical Engineering; SRM University; Kattankulathur; 2015.*

## *Serment d'Hippocrate*

*Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.*

- *Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.*
- *Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.*
- *Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.*
- *Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.*
- *Les médecins seront mes frères.*
- *Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.*
- *Je maintiendrai le respect de la vie humaine dès la conception.*
- *Même sous la menace, je n'userai pas de mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*
- *Je m'y engage librement et sur mon honneur.*

# قسم أبقراط

بسم الله الرحمن الرحيم

أقسم بالله العظيم

في هذه اللحظة التي يتم فيها قبولي عضواً في المهنة الطبية أتعهد علانية:

- ◀ بأن أكرس حياتي لخدمة الإنسانية .
- ◀ وأن أحترم أساتذتي وأعترف لهم بالجميل الذي يستحقونه .
- ◀ وأن أمارس مهنتي بوانزع من ضميري وشر في جاعلا صحة مريض هدي في الأول .
- ◀ وأن لا أفشي الأسرار المعهودة إلي .
- ◀ وأن أحافظ بكل ما لدي من وسائل على الشرف والتقاليد النبيلة لمهنة الطب .
- ◀ وأن أعتبر سائر الأطباء إخوة لي .
- ◀ وأن أقوم بواجبي نحو مرضاي بدون أي اعتبار ديني أو وطني أو عرقي أو سياسي أو اجتماعي .
- ◀ وأن أحافظ بكل حزم على احترام الحياة الإنسانية منذ نشأتها .
- ◀ وأن لا أستعمل معلوماتي الطبية بطريق يضر بحقوق الإنسان مهما لاقيت من تهديد .
- ◀ بكل هذا أتعهد عن كامل اختيار ومقسما بالله .

والله على ما أقول شهيد .

جامعة محمد الخامس - الرباط  
كلية الطب والصيدلة بالرباط

أطروحة رقم: 379

سنة: 2017

## أجهزة التقويم الخاصة بعلاج الشلل الدماغي

ضبط وتقرير نشاط ورشة تقويم العظام

بمستشفى الأطفال بالرباط

### أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم: .....

من طرفه

السيدة: مريم الشتواني

المولد في: 01 يوليوز 1988

### لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية: الشلل الدماغي - الأجهزة التقويمية - طفل.

#### تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة

رئيس	السيد: محمد الأمين بوحفص أستاذ في جراحة الأطفال
مشرف	السيد: محمد أنور دندان أستاذ في جراحة العظام والمفاصل عند الأطفال
أعضاء	السيد: رشيد أبي القاسم أستاذ في طب الأطفال
	السيد: محمد رامي أستاذ في جراحة الأطفال
	السيد: توفيق مسكيني أستاذ في طب الأطفال